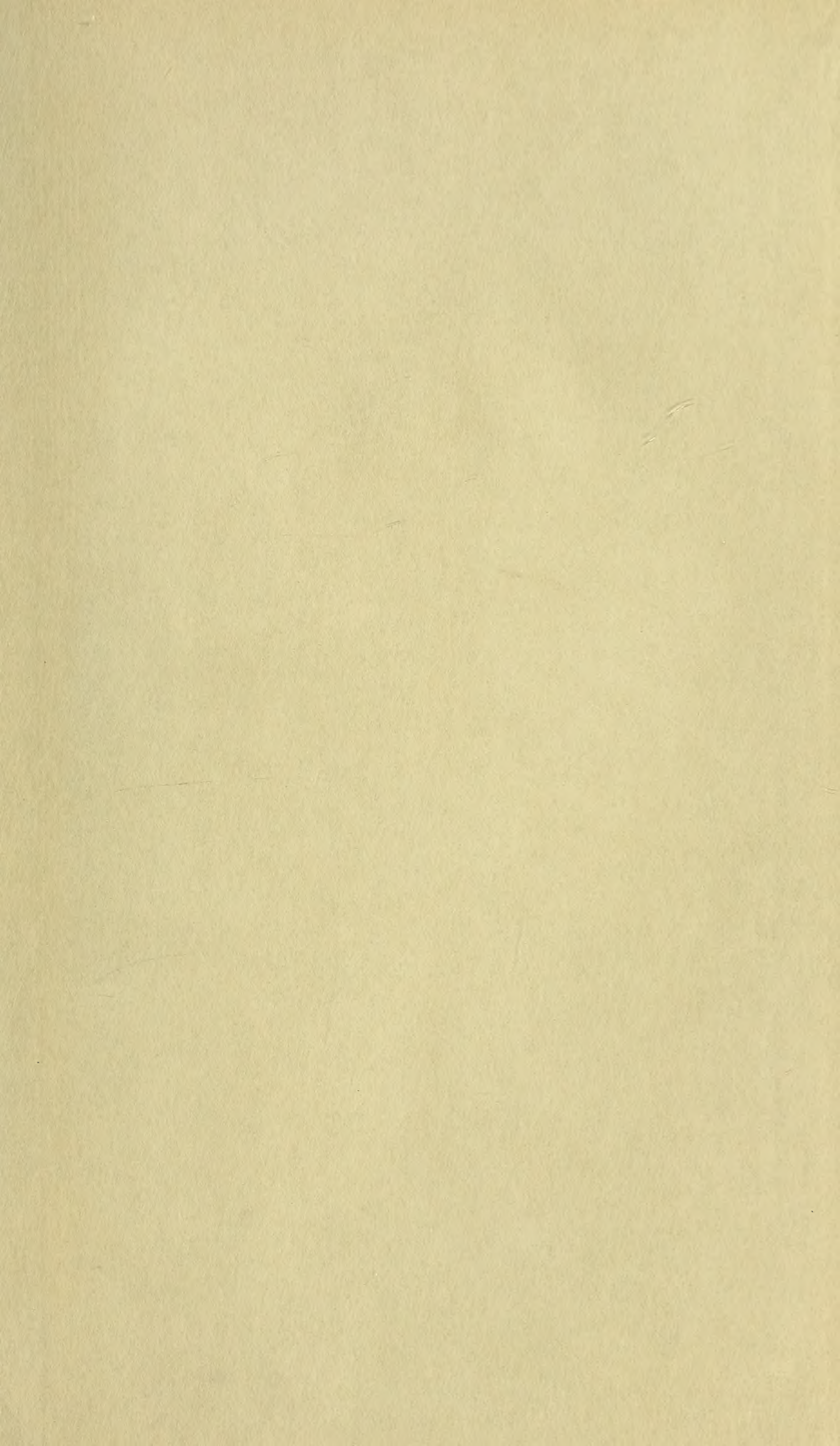
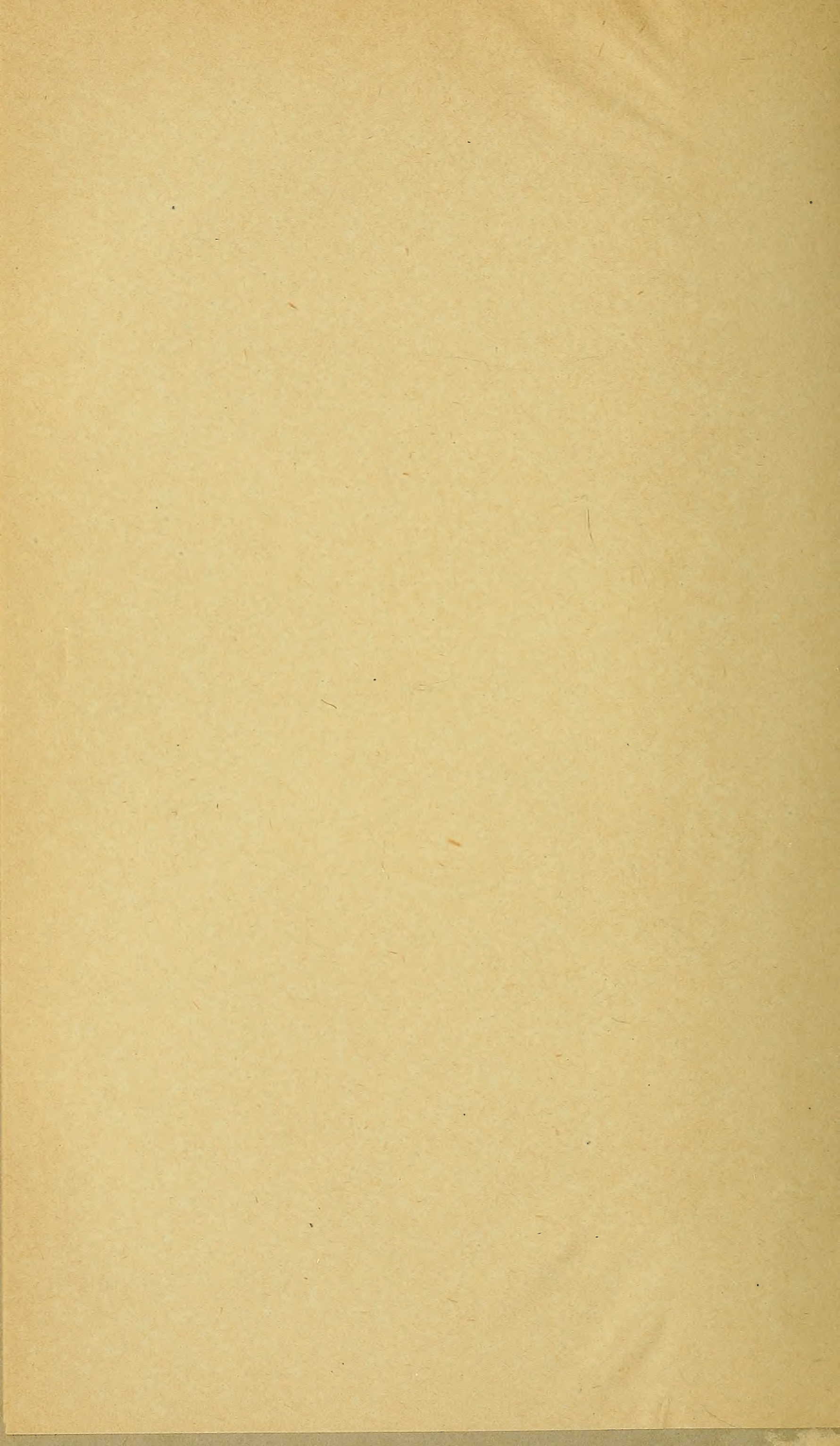






ANNALES

DE LA

SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES

DE

LA CHARENTE-INFÉRIEURE

La Société des Sciences naturelles a été reconnue établissement d'utilité publique par décret du 4 septembre 1852.

ACADÉMIE DE LA ROCHELLE

SOCIÉTÉ

DES

SCIENCES NATURELLES

DE LA CHARENTE-INFÉRIEURE

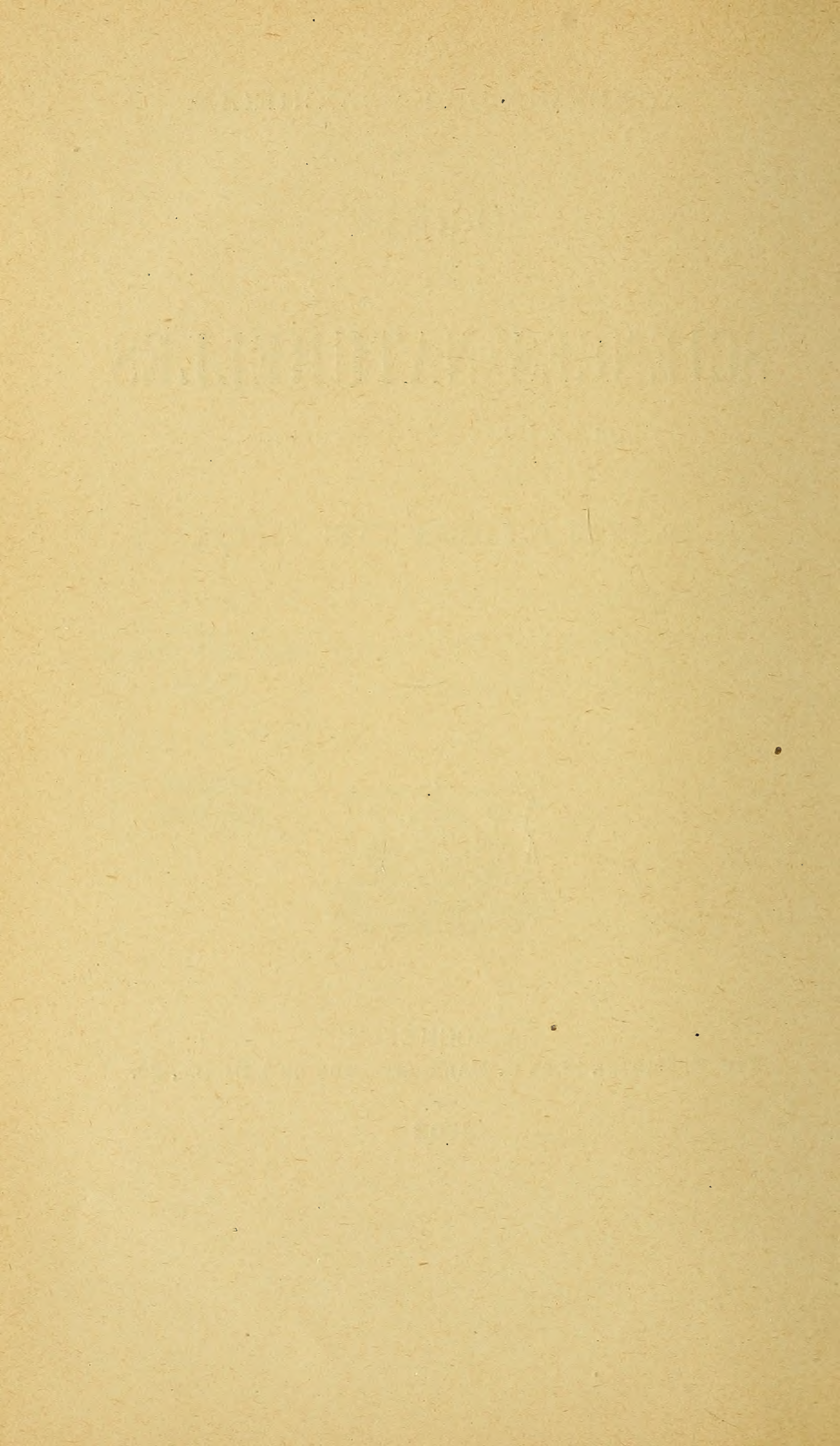
ANNALES DE 1901

N° 33

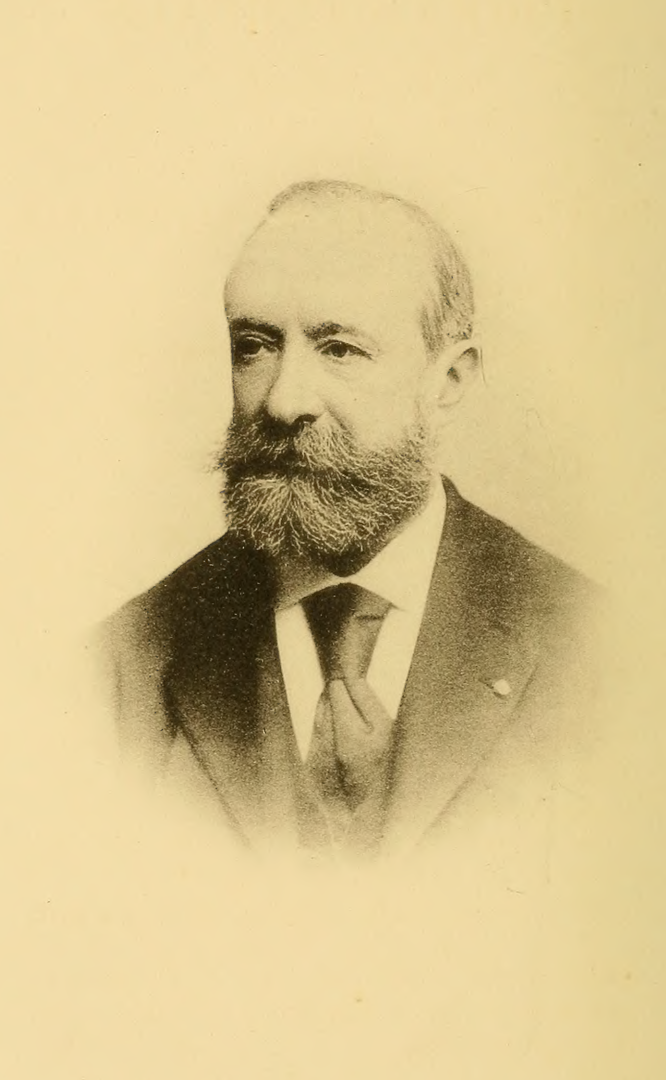
SERVABOR RECTORE DEO

LA ROCHELLE
TYP. E. MARTIN, S^r DE G. MARESCHAL, RUE DE L'ESCALE, 20.

1902







PROCÈS-VERBAUX

DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES

DE LA CHARENTE-INFÉRIEURE

PENDANT LES ANNÉES 1898-1901.

La Société des sciences naturelles de la Charente-Inférieure a été de nouveau très douloureusement éprouvée. Elle porte le deuil de son Président M. Frédéric Lusson et de M. Froger, M. Baron, M. Deforge, ses membres les plus laborieux, les docteurs Dusault, Charles de Richemond, Termonia, MM. Faustin, Germain, Menut, Millot, et parmi ses correspondants, M. Alph. Milne-Edwards, de l'Institut.

Elle a été heureuse de recevoir comme nouveaux membres, MM. Dr Bobrie, Baudand, Eury, Fournier, Gérard, Longuet, Dr Martin, Reau, Vacher, Vieljeux.

Le Dr Duany-Soler et M. Piettre ayant quitté La Rochelle, ont été nommés correspondants.

Le nombre des membres titulaires est de soixante-six.

La moyenne des membres présents aux séances et aux excursions a été de vingt et le nombre des séances a été de quarante-cinq.

Les ressources financières de la Société ont diminué par suite de la suppression faite par le Conseil général des subventions allouées à toutes les sociétés studieuses.

M. le Ministre de l'Instruction publique a bien voulu accorder à la Société une subvention de huit cents francs pour l'année 1901, et l'AFAS continue sa subvention annuelle de 250 francs exclusivement pour la publication de la Flore.

Le bureau, en 1902, est composé de :

MM. Bernard, *Président.*
L.-E. Meyer, *Vice-Président.*
J. Foucaud, *Vice-Président.*
E. Couneau, *Trésorier.*
Bernard, *Conservateur.*
Basset, *Conservateur-adjoint.*
de Richemond, *Archiviste.*
Thibaudeau, *Bibliothécaire.*
Guillemin, *Secrétaire.*
Dr Pineau, *Secrétaire-adjoint.*

NÉCROLOGIE.

JOHN-FRÉDÉRIC LUSSON

29 novembre 1839 + 30 juillet 1899.

Professeur de physique au Lycée de La Rochelle, Directeur du Laboratoire municipal depuis sa fondation, Officier de l'Instruction publique, Chevalier du Mérite agricole.

Après le service religieux à l'église Notre-Dame, M. O. Bellanger, Inspecteur d'Académie, a exprimé,

sur le cercueil de M. F. Lusson, de profonds regrets, au nom de l'Université que ce maître a si dignement servie et où il laissera un nom si honoré. Il a montré que quelque grand que fût son mérite, les qualités de son esprit et de son cœur furent au moins aussi remarquables, et sa belle vie fut toute de travail et d'abnégation.

M. Lebourg, proviseur du Lycée, a retracé cette noble carrière dans toutes ses phases.

M. L.-E. Meyer, conseiller général, vice-président de la Société des Sciences naturelles, s'est fait l'interprète des regrets de cette compagnie.

Messieurs,

De tous les deuils qui ont frappé à coups redoublés la Société des Sciences naturelles, celui que nous déplorons aujourd'hui est l'un des plus cruels. Depuis 30 ans, M. Lusson était membre de notre Société. Il en suivait assidûment les séances, éclairant les questions qu'on discutait de sa science profonde, ayant toujours pour ses collègues des paroles aimables et bienveillantes. Quand l'académie de La Rochelle tenait quelque séance publique, c'était la lecture de M. Lusson qui en constituait le principal attrait. Il a pris part à tous les travaux et aux publications qui ont prêté un certain éclat à la Société des Sciences, mais nous nous abstiendrons de les énumérer ici.

C'est à peine s'il a occupé, quelques jours, la présidence où nous l'avions appelé d'un vote unanime. Longtemps nous avons conservé l'espoir de le voir reprendre sa place au milieu de nous et d'entendre

encore sa voix autorisée. La maladie implacable en a décidé autrement. Nous n'avons que la triste consolation de lui apporter la dernière expression de notre affection et de notre respect, et d'offrir à sa famille désolée l'assurance de notre profonde sympathie.

Adieu, cher Président, adieu !

M. FROGER.

M. G.-H. GUILLEMIN exprime, en ces termes, les regrets causés à la Société par le décès de M. FROGER.

Messieurs,

C'est avec une douloureuse et profonde émotion que je viens m'acquitter ici, de la délicate mission dont vous m'avez chargé, rendre un dernier hommage à la mémoire du secrétaire zélé que vient de perdre la Société des Sciences naturelles de La Rochelle ; M. Froger, digne successeur de M. Michaud, avait su, dès l'abord, se faire hautement apprécier par ses connaissances scientifiques. Confiant dans sa jeunesse, il a lutté de longs mois avec énergie contre cette terrible maladie qui lui infligea l'éloignement du travail et des affaires. L'espoir que le repos et un séjour prolongé sous un climat plus propice le rendrait à la santé ne l'a heureusement pas quitté jusqu'à sa fin, qui fut aussi rapide que les prodromes de la maladie avaient été foudroyants.

Actif, intelligent et travailleur, ces trois qualités lui avaient d'emblée fait une place au milieu de vous, et promettaient de trouver en lui, dans l'avenir, un de ces hommes, devant la compétence desquels on s'incline.

Son caractère droit et ouvert, ainsi que sa simplicité, avaient su le faire apprécier de tous.

Regrettons sincèrement, Messieurs, que la mort nous ait ravi un si studieux secrétaire, dont le dévouement à la Société n'a pas manqué une seule occasion de s'affirmer. Bien que sa présence parmi nous ait été de trop courte durée, nous aurons la mémoire du cœur qui sait ne pas oublier les fervents collaborateurs et amis.

M. Eury a fait don à la Société de l'herbier de son prédécesseur, M. Froger, qui contient un nombre considérable d'échantillons.

Le Docteur TERMONIA.

Le 29 septembre 1901, est décédé à Saintes, dans sa 77e année, le docteur Léon-Joseph-Théodore Termonia, officier de la Légion d'honneur, médecin-major de première classe en retraite. Il était né à Saintes, le 2 janvier 1825, du mariage de Léon-Joseph Termonia, professeur au collège, et de Rose-Cécile-Geneviève Delany et sa famille était originaire de la Suisse.

Après de brillantes études au collège de Saintes, il entra dans la médecine militaire, obtint la croix de chevalier de la Légion d'honneur après la campagne de Crimée et la croix d'officier après les campagnes d'Italie et l'*année terrible*. Les officiers du 123e lui firent à La Rochelle une démonstration touchante, dont il garda un souvenir reconnaissant. A sa retraite, il se fixa à Saintes, fut de toutes les sociétés de bienfaisance, la Croix rouge, le Souvenir français, la société des Vétérans. Homme d'études, il prêtait son concours

aux sociétés studieuses. Passionné pour la botanique, il faisait, chaque année, quelques voyages d'exploration d'où il rapportait des plantes nouvelles. La Société des Sciences naturelles le compta parmi ses membres les plus zélés. Il dépouillait les périodiques et ne manquait aucune des excursions. Il fut secrétaire-adjoint en 1887 et secrétaire en 1892 de la société des Archives historiques d'Aunis et de Saintonge.

Malgré sa modestie, esclave du devoir, il remplit toutes ses fonctions avec une scrupuleuse exactitude et rendit des services quotidiens aux sociétés dont il faisait partie. Sa bonté égalait son obligeance. Jamais il ne refusa son concours à une œuvre charitable. C'était une physionomie attachante par l'utile savoir et la douce bonté.

M. le docteur Vanderquand a rappelé, sur sa tombe, cette carrière si dignement remplie et a rendu justice à ses hautes qualités, son large esprit de justice et de tolérance, sa loyauté, son affabilité et la délicatesse de ses sentiments.

M. le docteur L. Termonia a légué son herbier à la Société des Sciences naturelles.

Le Docteur Ch. De RICHEMOND.

Le docteur Charles-Lucien-Paul Meschinet de Richemond, décédé à Lardeau, près Bergerac, le 31 décembre 1899, victime du devoir professionnel, était né à La Rochelle, le 11 mai 1873. Il fit ses études au lycée, conquit ses deux diplômes en 1890 et 1891, commença ses études médicales à Lyon, fut nommé le 6 décembre 1892 préparateur du laboratoire de physique à la





Faculté de médecine, se rendit ensuite à Bordeaux, devint externe, puis interne provisoire des hôpitaux, assistant de clinique gynécologique libre, membre de la société d'anatomie et de physiologie, soutint une thèse remarquée sur l'*hydrocèle en bissac* de Dupuytren, fut reçu docteur en médecine, le 8 février 1899, s'établit à La Rochelle et concourut pour le professorat. Nommé médecin aide-major de réserve, après avoir été médecin auxiliaire aux chasseurs alpins, délégué cantonal, membre des sociétés des sciences naturelles, de médecine et de chirurgie de La Rochelle, il avait épousé, le 20 juin 1899, Mlle E.-H.-A.-G. Labrousse et se consacra aux œuvres de relèvement social et de solidarité philanthropique.

Le Docteur DUSAULT.

Voici des fragments dès éloquentes paroles prononcées par M. le docteur Brard, au cimetière, à l'inhumation du docteur Dusault, victime de son dévouement professionnel :

« La mort s'acharne sur notre famille médicale qu'elle frappe en aveugle ! Négligeant, comme proie de trop peu de valeur, sans doute, ceux qui, leur labeur achevé, aspirent au repos, elle s'attaque aux plus jeunes, aux plus vaillants, à ceux qui, resplendissants de vie, voient l'avenir plein de promesses s'ouvrir devant eux !

Hier, c'était Charles de Richemond qui, loin de nous, hélas ! mourait à 26 ans, le lendemain de son mariage, au début de sa carrière..., sans que nous ayons pu ni l'accompagner, ni lui adresser notre suprême adieu !

Aujourd'hui, c'est Emile DUSAULT qui succombe à 37 ans, au moment où il commençait à récolter les fruits de ses laborieux efforts.

L'un et l'autre nous sont enlevés prématurément, en pleine force, frappés tous les deux au cerveau, cet organe si délicat qui fait le savant et auquel chaque génération demande des efforts sans cesse grandissants, sans se préoccuper des limites de résistance.

Travailleur acharné, sans trève ni repos, Dusault fut de ceux qui exigent beaucoup d'eux-mêmes et peut-être trop de leur cerveau ! Homme de devoir et de grand dévouement, confiant dans sa vigueur, il dépensait ses forces, sans les compter, jusqu'au jour où brusquement, en plein champ de travail professionnel, il fut trahi par elles !...

Marie-Emile-Paul Emery DUSAULT était né à Tonnay-Boutonne, le 29 septembre 1862. Il avait pour père le docteur Paul DUSAULT, ancien maire de Tonnay-Boutonne, ancien conseiller général, médecin distingué, ardent patriote, homme d'une grande valeur morale et intellectuelle, qui fut, pour son fils, un modèle et un exemple.

Elevé au collège de Pons, selon les traditions de sa famille, il en sortit bachelier en 1882. Volontaire au 3e régiment d'infanterie de marine, il suivait à Rochefort les cours de l'école de médecine navale. Au bout de deux ans, il passait avec succès son premier concours et était nommé aide-médecin de la marine. Embarqué alors sur le *Seignelay*, il fit une campagne en Egypte. Rentré en France en 1887, il était reçu docteur à Montpellier, au mois d'avril, et s'embarquait ensuite sur le *Scorpion* comme médecin de seconde classe, à la

destination de Tahiti et des Iles-sous-le-Vent, où il faisait partie de la compagnie de débarquement qui en prit possession... En 1889, après la mort de son père, il donnait sa démission, tout en conservant son grade dans la réserve de l'armée de mer, pour venir s'établir comme médecin civil dans son pays natal et y recueillir la clientèle paternelle... En 1895, il vint définitivement s'établir à La Rochelle, sous les auspices de M. Beltremieux, son oncle par alliance... Il devenait très rapidement médecin-adjoint des hospices civils, puis médecin du bureau de bienfaisance, médecin-expert près le tribunal civil, professeur de médecine à l'école pratique de pêche, et apportait, dans toutes ses fonctions, un zèle, des aptitudes et un dévouement qui ne se sont jamais démentis.

Dusault fut, en outre, un des membres les plus actifs et les plus assidus de nos sociétés locales des Sciences Naturelles, de médecine et de chirurgie, ainsi que de notre Syndicat professionnel, dont il remplissait les fonctions de syndic... Avec la collaboration d'un de nos distingués pharmaciens, il présentait au Congrès international de sauvetage réuni à La Rochelle, des appareils, imaginés par eux, pour embarquer et débarquer les blessés et pour suspendre leurs lits dans les navires, appareils pour lesquels ils avaient obtenu félicitations et récompenses... Vers la fin de l'année dernière, sa mère gravement malade, cédant aux instances de son fils, venait auprès de lui chercher un soulagement à ses souffrances. — Le 6 février, Dusault tombait lui-même, à côté de sa mère mourante pour ne plus se relever.

... La mère mourut, le 26 février, ignorant l'état de

son fils, et le fils, le 26 mars, sans avoir connu la mort de sa mère...

Mais que d'heures tragiques, que de douleurs, que de deuils accumulés dans une seule famille ! Que de coups terribles portés à la femme restée seule avec ses jeunes enfants ! Une femme de grand cœur, il est vrai !... la digne compagne de celui que nous pleurons en ce moment, et vers laquelle vont toutes les émotions, toutes les sympathies de notre ville !

En présence d'une semblable catastrophe, les paroles restent sans valeur et nous ne pouvons que nous incliner respectueusement.

Les enfants, cette réincarnation souriante du cher absent sont seuls assez forts pour voiler, peu à peu, aux yeux de leur mère, l'horreur de cette tombe !

M. GERMAIN.

Jean-Louis-Joseph-André Germain, né à La Chauvinière (Vendée), le 22 avril 1835, a été enlevé en pleine activité à l'affection des siens le 23 janvier 1901. Banquier, conseiller municipal de La Rochelle de 1887 à 1892, maire de Périgny en 1892, décoré de la médaille des mutualistes, membre de la Société des Sciences Naturelles, de la Société de Géographie et de nombreuses associations patriotiques et de bienfaisance, il était entouré des sympathies de toute la population. Dix mois après, sa petite-fille Marthe Mesnier, le suivait, ravie par la diphtérie à l'affection des siens.

MM. DEFORGE, FAUSTIN ET MENUT.

Ils étaient aussi universellement estimés, M. Deforge, bâtonnier des avocats et président de nombreux syn-

dicats qui trouvaient en lui un conseil toujours écouté, et M. FAUSTIN, président du Tribunal de Commerce, armateur, Vice-Consul de Portugal, décoré de la croix du Christ et de celle de la Légion d'Honneur, qui avaient apporté à la Société des Sciences Naturelles l'autorité de leur haute situation, leur honorabilité et de leur influence, pendant que M. MENUT laissait à l'Académie un grand vide et que M. Millot emportait tous les regrets de l'Université et de nombreuses générations d'élèves formées par lui.

Séance du 8 juillet 1898. — M. le Docteur Charles DE RICHEMOND a adressé une notice accompagnée de photographie et d'échantillons sur une fontaine incrustante de Saint-Denis près Martel (Lot), qu'il vient de visiter pendant qu'il remplaçait un médecin, M. de Féline. « Les fragments de végétaux recouverts de » calcaire que nous avons l'honneur de présenter à la » Société proviennent d'une fontaine située dans la » vallée de la Dordogne, à six cents mètres environ de » la gare de Saint-Denis près Martel (Lot), exactement » en face du Puy d'Yssolet, ancienne *Uxellodunum* de » César. La fontaine est séparée d'*Uxellodunum* par un » double coude de la Dordogne.

» Cette fontaine, sans avoir la réputation de celle de » Sainte-Allyre près de Clermont, n'en donne pas » moins des résultats très remarquables, ainsi que le » montrent les échantillons ci-joints. Le calcaire moins » pur est plus friable, à cause des sels d'aluminium, de » magnésie et de potasse qui se trouvent mélangés au » carbonate de chaux.

» L'eau sort, à peu près, à mi-côte des rochers à pic

» qui forment la rive droite de la Dordogne. De là, par
» une cascade de quelques mètres, elle arrive devant
» l'entrée du château de Saint-Denis, où elle se jette
» dans un vaste réservoir transformé en lavoir. Mais,
» au moment de se jeter dans le réservoir, l'eau ren-
» contre le tronc d'un figuier, recouvert d'une telle
» couche de calcaire, qu'il constitue une espèce de
» colonne située à gauche, entre la cascade principale
» et la chute d'eau secondaire. C'est cette masse cylin-
» drique qui paraît verticalement striée sur la photo-
» graphie ci-jointe, due à l'obligeante amabilité du
» pharmacien de Martel, M. Verger, que l'on aperçoit,
» assis à droite.

» Cette colonne de pierre, dont l'âme est ainsi cons-
» tituée par le tronc du figuier, partage la colonne
» d'eau en deux cascades, dont l'une tombe directe-
» ment dans le lavoir, l'autre rejetée en fine poussière
» sur la gauche, se répand sur la masse de lierre qui
» tapisse le rocher en cet endroit, et le recouvrant de
» concrétions calcaires, produit les branches et les
» feuilles que nous vous présentons.

» Malgré sa forte minéralisation, l'eau de la fontaine
» de Saint-Denis près Martel sert aux habitants du
» village aux besoins courants du ménage. Toutefois
» elle est peu appréciée comme boisson et ne peut être
» employée aux usages culinaires qu'après avoir été
» débarrassée par l'ébullition de la plus grande partie
» des éléments qu'elle contient en dissolution. Nous
» regrettons qu'un outillage suffisant ne nous ait pas
» permis d'offrir à la Société une analyse quantitative
» des éléments minéraux contenus dans l'eau de la
» fontaine, mais nous espérons néanmoins que ces

» fragments de végétaux calcifiés et les photographies
» présenteront quelque intérêt pour la Société. »

L'année suivante, le Docteur Charles de Richemond a fait dans la salle de la Bourse une conférence sur Bernard Palissy, l'homme, l'artiste, le savant et l'écrivain, rappelant quelques faits nouveaux, notamment sur la femme de l'illustre potier, dont le nom jusqu'ici inconnu est de Villaines. (Voir N. Weiss.)

HISTOIRE DES SCIENCES.

M. MUSSET a fait une fort intéressante communication sur les collectionneurs de bêtes sauvages dans l'ancien temps et dans notre région.

S'inspirant des recherches faites au muséum d'histoire naturelle et à l'académie des inscriptions et belles-lettres, M. Musset groupe deux ou trois faits se rapportant à cet ordre d'idées. Il cite un passage de la charte de fondation de l'abbaye Notre-Dame hors les murs de Saintes : En 1047, Geoffroy Martel comte d'Anjou, et Agnès sa femme accordent aux religieuses de cette abbaye le droit d'envoyer, chaque année, leur veneur dans les forêts du domaine pour y prendre un sanglier et sa laie, un chef et sa biche, un couple de daims, un couple de chevreuils et deux lièvres. Ces animaux sont destinés, dit la charte, à l'amusement des dames de l'abbaye.

Au seizième siècle, la ville de La Rochelle profitait de ses relations avec le nouveau monde pour en rame-

ner les animaux vivants qui en composaient la faune.
« Le 16 mai 1572, le célèbre René de Laudonnière,
» arme à La Rochelle un navire de 120 tonneaux por-
» tant le nom de *la Comtesse Testue*, son capitaine est
» Martin Harel, et il est monté par 70 hommes d'équi-
» page. Le but de l'armement est le commerce avec les
» Indes occidentales et le Pérou. Un tiers de la car-
» gaison est formé par des tiercements montant le na-
» vire, un tiers par des gentilshommes et bourgeois.
» Les marchandises avaient coûté 77,890 fr. 10 c. de
» notre monnaie actuelle. Le but du voyage est le Pérou
» avec escales, partout où cela pourrait paraître utile
» ou avantageux aux tiercements embarqués. Le
» gain provenant de la vente devait être partagé par
» tiers. Il est fait exception cependant pour ce qui est
» du partage des animaux vivants. C'est ainsi que les
» bêtes et les oiseaux que le navire rapporterait, de-
» vraient être partagés en la présence de toutes les
» parties pour être attribués : 1° Moitié à Laudonnière
» et à ses coavitailleurs ; 2° Moitié aux tiercements.
» Pour tenir à la moitié et non au tiers de ces ani-
» maux, c'est que les tiercements y attachaient sans
» doute un grand prix et comptaient sur la faveur dont
» ils pouvaient jouir en France, pour se récompenser
» de la peine qu'ils avaient pu prendre à les amener
» vivants. »

M. de Richemond donne lecture d'une lettre de son fils Adolphe de Richemond, membre correspondant, pasteur-aumônier des hôpitaux militaires au Tonkin, dans laquelle celui-ci décrit le pays qu'il a traversé, au cours d'un voyage qu'il fit dans la haute région, à la recherche de nos soldats.

Il lit un extrait du « *Livre de raison* » de maître François Gillet, sergent, puis notaire royal à Saintes de 1641 à 1692, qui, à la suite d'un récit de la Fronde à Saintes et à La Rochelle de 1651 à 1652, à rapprocher de l'intéressante biographie de la *Grande Mademoiselle*, par Madame Arvède Barine, membre correspondant, décrit une *bataille d'oiseaux*. « L'an 1676 et le 26 février, » il s'est faict un grand combat d'oiseaux de cent di- » verses façons, en la Franche Comté près de Dolle. » Les noirs battirent les gris en cette bataille. » Le carnage fut grand et pour enterrer les cadavres, quelques-uns des hommes, employés par l'intendant, moururent, sans doute des exhalaisons putrides qui produisirent une épidémie.

Le manque de ressources a nécessité la transformation du jardin Botanique, qui a été tracé par MM. Foucaud et Bernard.

PRÉHISTOIRE.

Sur la proposition de M. de Richemond qui signale la découverte d'une station préhistorique à Coudrat, commune de Cravans, par l'instituteur de Chérac, M. A. Laventure, la Société confère à ce zélé instituteur le titre de membre correspondant. Le Ministre de l'Instruction publique a encouragé ses efforts par une concession de livres avec une lettre justement élogieuse.

GÉOLOGIE.

M. Dollot fait l'historique de la géologie d'Esnandes à Fouras et de la recherche de gisements exploitables de phosphates au Sénégal. Il a été nommé correspondant du Muséum, sur la proposition de M. Stanislas Meunier. Il donne quatre albums de photographies de toute la région.

La Société a participé à l'Exposition internationale de Paris de 1900, par la collection de ses publications qui lui a valu une médaille d'honneur d'argent et M. Basset a exposé une nouvelle série de plaques microphotographiques, qui ont été également l'objet d'une récompense.

MM. Basset et Dollot sont délégués au Congrès de géologie de 1900 et M. E. Couneau au Congrès archéologique de Màcon et à celui de l'association française pour l'avancement des sciences en Corse ; M. le Docteur H. Pineau à celui des pêches maritimes et M. Guérin à l'association française pour l'avancement des sciences.

MONUMENT DE RÉAUMUR.

(13 octobre 1899.)

Lorsqu'il y a quatre mois, M. A. d'Orbigny fit connaître son intention d'élever, à ses frais, un buste à Réaumur et qu'il voulut bien nous envoyer le modèle

en plâtre qui orne la salle de nos séances, la Société s'est empressée de lui en exprimer sa reconnaissance.

Elle voyait en effet accomplir ainsi le vœu qu'elle formait depuis longtemps, sans avoir les ressources nécessaires pour le réaliser, de posséder à La Rochelle, un monument reproduisant les traits d'un de ses plus illustres enfants.

Aujourd'hui, une stèle élégante supportant le buste en bronze de Ferchaud de Réaumur (d'après l'académicien Lemoyne) se dresse sur le square et contribue à la décoration de la ville.

Bien que, par une extrême modestie, M. le Maire n'ait pas voulu qu'on fit à cette occasion aucune cérémonie officielle, la Société des Sciences croirait manquer à son devoir, si elle laissait passer un événement aussi intéressant, sans le mentionner sur son registre des procès-verbaux et sans y consigner les sentiments de gratitude que lui inspire la généreuse initiative de son promoteur.

M. Basset a classé les foraminifères donnés par M. d'Orbigny.

LABORATOIRE.

A la séance du 24 novembre 1899, la Société a pris, à l'unanimité, la résolution suivante :

« Attendu que les dispositions prises en vertu du nouveau règlement qui régit la surveillance et la direction du Laboratoire municipal et les dispositions pour la nomination du Directeur de ce Laboratoire enlèvent

presque complètement à la Société l'action qu'elle pouvait exercer sur cet établissement et que, par conséquent, son intervention à cet égard est devenue sans objet ;

Que sans vouloir, en quoi que ce soit, modifier la résolution prise, en ce qui concerne la nomination du nouveau Directeur, cette nomination est le résultat d'une décision prise régulièrement par une commission constituée à cet effet, en vertu des nouveaux statuts du laboratoire ;

Mais considérant, en outre, qu'il peut résulter de cette situation des difficultés financières qui pourraient compromettre gravement l'état budgétaire de la Société ;

Que la nouvelle loi sur les accidents peut entraîner des responsabilités pécuniaires résultant des actions judiciaires pouvant lui être intentées et qui dépasseraient de beaucoup les ressources dont elle dispose ; que la Société peut en effet d'autant plus être prise directement à partie qu'elle est une Société reconnue d'utilité publique par décret du 4 septembre 1852 ;

Qu'enfin, bien qu'elle porte un vif intérêt au laboratoire qu'elle a fondé, et qui était resté sa propriété, elle ne saurait, pour les raisons ci-dessus indiquées, assumer plus longtemps la responsabilité de sa gestion et de sa direction,

En conséquence, la Société des Sciences Naturelles, à l'unanimité des membres présents, moins la voix du Directeur du Laboratoire qui a cru devoir s'abstenir, prie la ville de La Rochelle de vouloir bien conserver en toute propriété le Laboratoire municipal, dont la Société ne pouvait faire abandon en meilleures mains,

sous la réserve qu'il sera fait inventaire des objets et meubles meublants garnissant le Laboratoire et appartenant à la Société et qu'à dire d'experts, il sera remboursé à cette dernière, la valeur de ces objets. »

M. le Maire a fait connaître au Président que la ville versait quinze cents francs à la Société par délibération du conseil municipal à la suite de cette cession. M. Fournier a été nommé Directeur du Laboratoire.

MÉTÉOROLOGIE.

La commission de météorologie a été réélue en janvier 1900 et composée de MM. Bernard, président ; Couneau, trésorier, Proriol, secrétaire-général, Fournier, Guérin, Modelski et Alfred Vivier, membres. Le conseil municipal lui a alloué une subvention de deux cents francs. Un baromètre enregistreur a été acheté pour les observations météorologiques à l'Ecole normale de Lagord. M. L.-E. Meyer compare la *langue bleue* et *l'esperanto* et montre la supériorité de cette dernière comme langue internationale.

MM. F. Lusson, Dr Termonia, Piétre, Dr H. Pineau, L.-E. Meyer, Guillemin, Guérin, Eury ont analysé les comptes-rendus *de l'Académie des Sciences, Société nationale d'acclimatation, Société de zoologie de France, le Naturaliste, la Revue générale des sciences, les Annales des Sciences Naturelles, Zoologie, la Revue rose, le journal de Conchyliologie, la pisciculture pratique, et le Temps.* M. L.-E. Meyer a analysé toutes les publications en langue étrangère ; sur les mines d'or du Klondyke, sur

le passage d'une baleine par le travers de la pointe de la Coubre, la formation et la marche des dunes de sable dans le désert de 18 à 22 mètres dans les 24 heures ce qui est une menace pour la ligne de chemin de fer transcaspienne, sur les guêpes solitaires, la préservation des vignes de l'oïdium au moyen d'un liquide contenant deux poignées de sel pour dix litres d'eau, etc.

M. le général Moreau signale les difficultés qu'éprouveront les langues qui voudront devenir internationales quand elles se trouveront en présence des mots que créent, chaque jour, les spéculations philosophiques, littéraires et surtout scientifiques.

M. Guillemin fait remarquer, à ce propos, qu'en matière scientifique en particulier, ces difficultés seront moins grandes qu'on ne pense, puisque chaque expression nouvelle caractérisant un ordre de faits nouveaux est adoptée, telle qu'elle, dans chaque langue, sans modification appréciable.

ZOOLOGIE.

M. Guillemin signale la présentation à une société médicale d'un être humain doté d'un appendice caudal doué de mobilité. MM. Couneau et Foucaud rappellent quelques exemples similaires.

M. le général Moreau parle d'un quadrupède de très-haute taille que l'on croyait disparu, qui n'avait jamais été rencontré qu'à l'état fossile et que l'on vient de découvrir vivant au Congo.

M. Guillemin indique le traitement employé, avec succès, contre les morsures de serpents venimeux. C'est le permanganate de potasse qui est l'agent de neutralisation ou de destruction du venin.

M. le docteur H. Pineau signale la prise dans les eaux de la Charente d'un crabe bleu, d'eau douce, originaire d'Amérique. M. Vivier signale la présence constatée, dans le sang, par MM. Degrez et Nicloux, de l'académie des sciences, d'animaux vivants. M. Bernard lit un rapport des plus intéressants sur l'excursion de la Société à la Pointe des Baleines. M. le docteur H. Pineau annonce que la sole s'est reproduite en vivier, ainsi que d'autres espèces marins.

M. Eury signale la naissance d'un petit chien dépourvu de pattes de devant, dont la mère, dans une portée précédente, donna naissance à deux petits également dépourvus de membres antérieurs.

M. J. Eury a lu un rapport sur une cause d'erreur dans la recherche du glucose dans l'urine par la liqueur de Fehling.

Il fait une intéressante communication sur la présence d'un lombric dans un œuf de poule.

Les œufs des oiseaux et en particulier les œufs de poule, peuvent être accidentellement habités par des parasites. Ce sont tantôt des champignons inférieurs, tels que l'*aspergillus glaucus*, le *penicillum glaucum*, le *mucor stolomfer*, les *botrytis stysanus*, *macrosporium*, *leptomitus*, *Sporotrichum*, *dactylium*, *hœtophora*, etc., tantôt des coccidies enkystées, qui, d'après Podwyssoski, seraient identiques au *Kariophagus hominis* que l'on rencontre dans le foie de l'homme, l'ingestion d'œufs ainsi contaminés, serait capable, suivant cet

auteur, d'engendrer la coccidiose hépatique. Tantôt enfin ce sont des vers trémathelminthes ou némathelminthes. C'est ainsi que Noll y a trouvé des fragments de *tœnia*, Hanow, Purkinje, Escholtz, Shelling, le *distomum ovatum*, Krabbe, Zurn, Zembelli, Benci, Grosoli, Meloni, l'*hetrakis inflexa*, enfin, tout récemment, M. Renault, pharmacien à Montmorillon, a rapporté deux cas d'inclusion de vers parasites dans des œufs de poule ; l'un appartenant au groupe des trématides, l'autre était un némathelminthe et probablement, d'après l'auteur, un *Ascaris*.

Un de mes clients, absolument digne de foi, m'a apporté un ver qu'il venait de trouver dans un œuf. En l'examinant au microscope, je le reconnus pour un *Allolobophora*, qui diffère peu des lombrics. Le docteur Barthelat, préparateur à l'école de pharmacie, détermina exactement le ver en question et me répondit que je me trouvais en présence du *lumbricus fœtidus* de Dugès, aujourd'hui dénommé *Allolcbophora fœtida* (Savigny). Ce ver n'a jamais été signalé comme parasite d'aucun animal. Il y a donc là un fait nouveau et intéressant. Malheureusement il ne m'a pas été possible de savoir si la coquille était absolument intacte. En tout cas, s'il y avait une porte d'entrée, elle devait être extrêmement petite, puisque la personne qui a ouvert l'œuf n'avait rien remarqué d'anormal. Il est donc difficile de savoir si ce ver s'est introduit dans l'œuf à travers la coquille, ou s'il y a pénétré avant la formation de celle-ci. Je me contente de signaler le fait sans oser émettre une opinion à ce sujet.

M. Foucaud donne des renseignements sur les coléoptères de l'orme, présentés par M. Massiou. Ce sont les

galéraques de l'orme (*Galeruca Xanthoelnæa*). Ils ne peuvent pas être les auteurs des dégâts constatés dans la planche de pin, les galeries qui s'y trouvent creusées ont été produites par les larves d'autres insectes. Il se peut que les galeruques aient hiverné dans les trous ou les crevasses du bois en question, mais elles vivent aux dépens des feuilles de l'orme et leurs larves ne minent pas le bois. Il présente la *Centaurea Ponsini*, nouvelle pour la région, plante cueillie près les ruines de Saint-Laurent (île de Ré). M. Bernard en fait le dessin.

M. Thibaudeau fait une communication sur la cochenille de la vigne, dont le mâle disparaît aussitôt ses fonctions remplies.

M. Bernard signale le passage à Aytré d'une frégate qui a été tuée par un habitant. Pareil passage est très rare dans notre région et mérite d'être signalé.

M. Bernard signale la présence, à Marennes, d'une grande quantité d'esturgeons due au voisinage du pertuis de Maumusson.

M. le docteur H. Pineau fait remarquer que si le Midi est envahi par les sauterelles, les criquets ont été signalés comme un nouveau fléau pour l'agriculture dans les Deux-Sèvres. Les criquets qui ont envahi notre région, dit M. Bernard, appartiennent aux deux types connus sous le nom de *Caloptenus Italicus* et l'*Œdipa caulescens* qui sont deux fois moins grands que ceux d'Algérie. Il faudrait un hiver rigoureux pour détruire leurs œufs, car les oiseaux seuls n'en mangent pas une quantité considérable. Le naturaliste du museum, M. Kunckel-d'Herculais, et le professeur d'agriculture, M. W. Dubourg, ont donné des instructions

sur la destruction de ces insectes, ainsi que l'abbé MÉTAIS, curé de Sainte-Soline (Deux-Sèvres).

M. BERNARD parle de la destruction des *Galeruca calmariensis Xanthomelæna*, dit galeruque, qui ont envahi les ormes de nos promenades et, en particulier, ceux de la place des Cordeliers.

M. BERNARD parle enfin d'une maladie bactérienne de la pomme de terre due probablement au *bacillus fluorescens liquefaciens* et de l'amputation de deux des plus belles branches de cèdre de la rue Réaumur, planté vers 1799 par M. de L'ANGLE, chevalier de Saint-Louis, chef de bataillon d'état-major, père de Mme Louis MEYER.

BOTANIQUE.

La *Société botanique Rochelaise* fondée en 1878, sous les auspices de la Société des Sciences naturelles, sur la proposition de M. J. Foucaud, qui la dirige depuis sa fondation, et actuellement avec M. Jousset, a pour but, comme on le sait, de faire l'inventaire des plantes de France et de les répandre dans les herbiers, afin d'en faciliter l'étude et la connaissance.

Dans ce but, les sociétaires préparent, chaque année, à 45 parts chacune, au moins cinq plantes non fournies encore à la Société.

Ces plantes sont centralisées à La Rochelle et chaque sociétaire reçoit une part de toutes, c'est-à-dire au moins, tous les ans, de cent soixante-quinze à deux cents espèces, sous-espèces, etc., non encore publiées.

Jusqu'à ce jour, le nombre de ces plantes s'élève au chiffre respectable de quatre mille cinq cent douze.

Les étiquettes sont imprimées et numérotées, ce qui permet de citer ces plantes et par conséquent la Société Rochelaise, dans les Flores et autres publications savantes et de les retrouver facilement dans les *exsicatta* qui les reçoivent, notamment les herbiers des sociétaires, le grand herbier Boissier, Barbey, de Genève, les herbiers du museum de Paris, etc.

La Société publie aussi, chaque année, un *Bulletin* dans lequel figure la liste des plantes distribuées, des observations, des notes concernant ces plantes.

M. B. Girard ayant présenté une pomme de terre remarquable par ses dimensions et les nombreux tubercules qui lui sont soudés, M. F. Lusson rappelle qu'il a vu et analysé à la Société d'horticulture des courges, vulgairement désignées du nom de patates. L'amidon qu'elles contiennent, en grande quantité, se transforme, à maturité, en glucose. 55 °/₀ de sucre pour 25 °/₀ d'amidon.

M. Gibelin a envoyé à la Société un champignon monstre de 35 centimètres de diamètre.

M. Bernard a reconnu ce champignon pour le *polyporus squamosus*, comestible à maturité.

M. Foucaud présente, avec des photographies à l'appui, une monographie du genre *Spergularia* (mars 1901). M. Bernard en a dessiné les principaux types.

M. Bernard présente le dessin d'un champignon nouveau pour la région, c'est le *Melanogaster variegatus* (Tulasne). Sa présence a été constatée à Rochefort par M. Foucaud. Son odeur aliacée à l'état frais devient agréable par la dessication. M. Réau rappelle

qu'une truffe blanche avait été signalée en 1865 dans le département, mais, depuis, sa présence n'a pas été remarquée.

M. Alfred VIVIER demande la publication des observations faites par la commission de météorologie. Il signale l'heureuse influence exercée sur une certaine catégorie de français par l'insertion à l'*Officiel* d'un avis signalant le danger que présente le voyage aux mines d'or du Klondyke et le déconseillant. M. GUÉRIN rappelle, à ce sujet, l'intéressant article publié par M. Jean Périer, le très distingué fils de notre collègue.

ZOOLOGIE HISTORIQUE.

M. MUSSET lit une note de Jacob LAMBERTZ sur une pêche à la baleine, le 14 mars 1784, en Bretagne. On trouva trente-une baleines souffleurs ayant cinquante pieds de long échouées le long de la côte. « Il y avait » parmi des mères qui ont accouché ou avorté sur la » côte, ayant fait des enfants de douze pieds de long. » Le tout a été adjugé par l'amirauté à 650 livres. » Dans un autre pays, où la valeur aurait été mieux » connue, on en aurait tiré vingt à vingt-cinq mille » livres... On peut conjecturer qu'ils étaient pour- » suivis par des monstres marins carnassiers qui les » ont forcés à faire côte. Un négociant de cette ville » a fait venir ici le crâne d'un de ces poissons, dont il » a fait présent à l'Académie de La Rochelle qui l'a » fait mettre dans l'antichambre de son cabinet d'his- » toire naturelle ». Il existe encore au musée La Faille.

M. Guillemin analyse les mémoires de la *Revue scientifique*, sur les effets de la balle dite dumdum, — sur la neige rouge et sa corrélation avec la pluie de sang signalée par les journaux, — sur le danger des crachats desséchés, au point de vue de la contamination par leur poussière, — sur le pigeon messager et les services qu'il peut rendre à la marine. A ce sujet, il fait remarquer que l'embarquement obligatoire de ces volatiles, au même titre que les provisions réglementaires, pourrait rendre les plus grands services, pour des demandes de secours, sur la ligne suivie par les paquebots qui vont de France en Amérique et vice-versa, puisqu'il vient d'être prouvé par le fait que les pigeons peuvent parfaitement parcourir au-dessus de la mer la moitié de la distance qui sépare ces deux continents. — Sur la propagation du choléra par les rats, les mouches, les fourmis et les singes.

M. J. Foucaud entretient la Société de l'excursion de trois semaines qu'il a faite en Corse, en juillet et août 1898 avec M. Mondon, botaniste de Montpellier. Ils ont exploré les environs de Bastia, le Pigno, le cap Corse, Corté et ses environs, le mont Fela, la vallée de la Restonica, le mont Rotondo, Ponte Leccia, la forêt de Vizzarma, Vivario, Ghisoni et ses environs, le mont Renoso, Calvi et ses environs, Prunelli de Fiumorbo et Ghizonaccia. Partout ils ont fait d'importantes découvertes. Il communique en particulier ses observations. L'*Avena minuta* (Foucaud et Mondon), la *Spergularia rubra*, variété viridis (Foucaud et Mondon), le *Trisetum Burnoufii* (Parlat), plante spéciale de la Corse et considérée à tort comme très rare, qu'ils ont observée même à une altitude de deux mille mètres. Il présente le

Poa exigua et le *Buldingua Rotgerii*. Il lit une note sur l'*Agrostis Castellana*.

M. Bernard dessine les plantes présentées par M. Foucaud.

M. E. Couneau rend compte de l'excursion faite en Corse (en 1901) avec l'AFAS, et montre les photographies recueillies au cours de cet intéressant voyage.

M. Thibaudeau lit une note sur la méthode qu'il a expérimentée pour combattre le pou blanc des pommiers et la mousse des arbres. « Depuis trois ans, j'ai constaté, dans mon jardin, que des badigeonnages opérés sur les tiges des jeunes arbres fruitiers, avec une solution de cendres de coke et d'eau de pluie, formant une bouillie sans trop de consistance, ont complètement réussi à empêcher le blanc de se former sur les branches des pommiers, ainsi que les mousses qui vivent sur l'écorce de certains arbres fruitiers au détriment de la végétation. Ces badigeonnages réitérés par un temps sec, en février, mars et avril m'ont donné les meilleurs résultats. L'écorce des arbres soumis à ce traitement est lisse et luisante comme si elle avait été recouverte d'un vernis.

M. Foucaud combat le pou blanc, par l'huile et la mousse par le sulfate de fer.

M. Bernard présente un poisson le *Balistes capriscus*, Leri, de l'ordre des Plectognathes, familles des Sclérodermes, remarquable par ses dents saillantes et tranchantes, sa peau grenue et écailleuse, l'ouverture des ouies réduite à une petite fente et les 3 aiguillons articulés dont est armée sa nageoire dorsale. Quand on le saisit, il fait entendre un sifflement qu'on a comparé à une voix cassée. Très rare sur les côtes de la Méditer-

ranée et douteux sur celles de l'Océan, d'après le docteur Moreau (histoire naturelle des poissons de France.)

L'aigle bateleur, *Teratopius Caudatus* (Lesson) de l'ordre des Accipitres et de la famille des Aquilinées de Cuvier, est originaire de l'Afrique méridionale. Le nom de bateleur lui a été donné par Levaillant, parce qu'en volant il fait des cabrioles avec battements d'ailes très bruyants, imités aussitôt par sa femelle.

Il a vécu, pendant une vingtaine d'années, à l'Hôtel de France, apprivoisé ; il fit des démonstrations affectueuses à une poule, pour laquelle il se privait d'une partie de sa nourriture et de son abri, quand il faisait mauvais temps, il chercha à s'échapper, lorsque sa petite compagne lui fut ravie et manifesta une réelle tristesse. Quelque temps après, il fut trouvé mourant au pied de l'arbre qui lui servait de gîte.

M. Meyer signale la fréquence des attaques chez les oiseaux de proie.

M. Lusson rappelle les services que rendent les couveuses pour nouveaux-nés et le docteur Bobrie cite le cas d'enfants sauvés par cette méthode ; leur mère les ayant mis au monde à six mois et dix-sept jours de gestation seulement.

ASTRONOMIE.

M. Lusson fait part d'une découverte de la plus haute importance en astronomie, l'apparition d'un neuvième satellite de Saturne. Son évolution se fait en dix-sept mois. Les habitants de Saturne se trouvent donc avoir neuf lunes.

GÉNÉRALITÉS.

Les comptes-rendus des excursions de la Société feront l'objet d'articles spéciaux à la suite du présent rapport. Plusieurs dames ont suivi ces excursions et leur gracieuse présence n'en a pas été le moindre attrait. M. Couneau et M. Dollot ont fixé, par d'excellentes photographies, les souvenirs de ces diverses excursions.

M. Thibaudeau présente le *pyrrhocoris apterus* ou *astemma*, insecte qui habite dans les boiseries des bureaux de la Préfecture, c'est un genre de la famille des Tygéens, de l'ordre des hémiptères, caractérisés par l'absence d'ocelles ou yeux lisses, par la tête plus avancée que dans les espèces des genres voisins et par le prothorax dont les bords latéraux sont relevés et aigus.

M. le Docteur H. Pineau a annoncé une conférence avec projections dans la salle de l'Oratoire par M. Pérard, secrétaire de la société centrale de pêche de France, le 18 février 1868 et l'ouverture de l'école de pêche de La Rochelle le 21 dudit mois. Elle a suspendu ses cours en janvier 1900.

BACTÉRIOLOGIE.

M. Guillemin présente à la Société la thèse qui lui a valu le grade de Docteur en pharmacie de l'Université de Bordeaux, intitulée : Essais sur la Bactériologie de

l'Eau de mer (12 avril 1901) ; à l'exemple du jury, M. le Président lui adresse les félicitations de la Société. Depuis cette publication, M. Guillemin a continué ses observations et a ainsi corroboré ses conclusions par un grand nombre de faits décisifs. M. Guillemin a été nommé officier d'Académie.

COMMUNICATIONS DIVERSES.

M. Guillemin présente un spécimen de gri-gri soudanais et des plaques photographiques qui font voir comment on peut obtenir un cliché à détails fouillés en partant d'un cliché trop faible pour donner de bonnes épreuves et en renforçant successivement un positif puis un négatif obtenus avec la première plaque par impression directe.

Il parle des avantages hygiéniques du mouchoir en papier.

M. Guillemin présente une photographie d'éclipse de soleil qu'il a fait au Tonkin à Ti-Can, donne un aperçu des richesses exploitables de l'Indo-Chine et des détails sur les jardins d'essais coloniaux de Saïgon et d'Hanoï.

Le budget de 1898 a été prévu en recettes et dépenses à 3,719 francs 95, en 1899 à 3,170 francs, en 1900 à 3,711 francs 40.

La Société a décidé la publication des deux conférences de M. Turpain sur un nouveau domaine de l'électricité et elle a applaudi à sa nomination de maître de conférences à Poitiers et d'officier d'académie.

M. B. Girard a offert à la Société une lampe antique

trouvée dans les fouilles de Mycène, qui a été déposée au musée de la ville, avec une notice. Il a fait de plus hommage de son étude sur *l'Aunis et la Saintonge maritimes* qui a obtenu dans la *Revue historique* de M. Gabriel Monod, de l'Institut, les éloges de M. Molinier, professeur à l'Ecole des Chartes. Enfin les travaux de M. B. Girard lui ont valu une médaille d'argent à la *Société de géographie* de Bordeaux et la croix de *grand officier de l'ordre colonial du Nichan-Iftikar.*

M. B. Girard vient d'être désigné pour faire partie de la délégation qui a reçu mission de Monsieur le Président de la République de remettre une épée d'honneur au Tzar de Russie, au nom et par suite des souscriptions des Légionnaires et décorés de la Médaille militaire Français. M. B. Girard a été nomme Président de la section 967 des vétérans des armées de terre et de mer de La Rochelle, et en cette qualité, a reçu le drapeau des mains de M. le Préfet de la Charente-Inférieure.

M. Fournier lit la note suivante (9 février 1900) sur une nouvelle méthode de dosage de l'alcool.

Je me suis proposé d'employer l'action décomposante sur l'eau du carbure de calcium, pour déterminer la richesse d'un mélange d'alcool et d'eau. La méthode très simple en principe est délicate dans l'application. Elle consiste à déduire, soit du volume de gaz dégagé, soit de l'accroissement du poids de carbure, par comparaison avec une liqueur titre, les proportions du mélange. Des précautions spéciales doivent évidemment être prises, pour obtenir une poudre de carbure homogène, pour obtenir un résidu bien sec, etc. La méthode en volume ne donnait pas de nombres aussi

concordants que la méthode en poids, à laquelle il ne faut évidemment pas demander la précision des méthodes classiques, mais qui a l'avantage de ne demander que quelques gouttes de liquide.

Tels sont, Messieurs, les principaux travaux qui ont occupé votre activité et qui semblent justifier le bienveillant intérêt du Ministère de l'Instruction publique (comité des travaux scientifiques), de l'association française pour l'avancement des sciences et des diverses sociétés avec lesquelles vous échangez vos publications.

De Richemond.



LES THÉORIES

DE

LA TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

Par A. TURPAIN



Réduits à leurs parties essentielles les dispositifs de la télégraphie sans fil, comprennent :

1° Comme organe d'émission, un *excitateur d'ondes électriques*, — couple de plateaux ou de sphères métalliques respectivement reliés aux deux pôles d'une bobine d'induction et entre lesquels jaillit une étincelle électrique qui réalise une décharge oscillante ;

2° Comme organe récepteur, un *tube à limaille* métallique, sensible aux ondes électriques produites par l'excitateur, qui acquiert sous l'influence de ces ondes une conductibilité que l'on met à profit pour fermer un circuit comprenant l'appareil de réception utilisé, (ordinairement un récepteur de Morse) ;

3° Au poste transmetteur et au poste récepteur, un long fil conducteur vertical, véritable paratonnerre, dénommé *antenne* et qui a pour effet d'une part, d'augmenter le rayon d'action de l'excitateur, d'autre part d'accroître la distance à laquelle le tube à limaille se montre sensible aux ondes électriques.

Sans entrer dans la description détaillée de ces dispositifs et de leurs connexions que nous supposons connus du lecteur, nous nous proposons ici l'étude critique des théories diverses qui ont été proposées concernant le fonctionnement des différents organes de la télégraphie sans fil.

Nous passerons successivement en revue les explications proposées du fonctionnement des tubes à limaille ou radioconducteurs, celles qui intéressent le rôle de l'antenne dans la télégraphie sans fil et nous indiquerons en dernier lieu sur quelles considérations théoriques s'appuient les procédés qui cherchent, en établissant une syntonisation entre le transmetteur des ondes et le récepteur, à mettre les transmissions entre deux postes à l'abri de troubles ou de surprises.

I. — Les théories de la radioconduction.

L'organe essentiel de réception de la télégraphie sans fil consiste le plus généralement en un tube à limaille conductrice comprise entre deux électrodes. Ce tube peut d'ailleurs être remplacé par toute disposition réalisant un contact imparfait entre deux ou plusieurs conducteurs.

L'étude des modifications qu'un ébranlement sonore fait éprouver à un contact imparfait a conduit Hughes à l'invention du microphone.

L'étude des modifications qu'une décharge électrique oscillante fait éprouver aux contacts imparfaits réalisés par une colonne de limaille métallique a conduit M. Branly à l'invention du radioconducteur ou cohéreur.

Le nom de *radioconducteur* donné par M. Branly au tube à limaille ne présume rien sur le mode de fonctionnement du dispositif. — Il rappelle seulement que l'appareil devient conducteur sous l'influence de radiations électriques, ce qui est l'expression même du fait observé.

Le nom de cohéreur donné par M. Lodge au tube à limaille semble indiquer que, sous l'influence des ondes électriques, les divers grains de limaille qui constituent une colonne hétérogène de particules conductrices séparées, ont subi une adhérence, une cohésion, de telle sorte que la colonne de limaille peut être en quelque sorte assimilée, après qu'elle a subi l'action des ondes, à un conducteur homogène.

Diverses explications du phénomène que présentent les tubes à limaille ont été proposées. Nous allons les passer brièvement en revue et nous indiquerons à la suite de chacune d'elles les faits d'observation qu'elle explique aisément et ceux qui la rendent douteuse ou qui l'infirment.

Explication de M. Branly. — M. Branly (1) admet que le diélectrique interposé entre les divers grains conducteurs de limaille devient lui-même conducteur sous *l'action passagère d'un courant de haut potentiel.*

D'après cette hypothèse les ondes électriques rendraient conductrice la mince couche d'isolant qui sépare les particules de limaille. — La *radioconduction* serait due à une *conductibilité temporaire* de l'isolant.

---

(1) Branly. — *Comptes rendus de l'académie des sciences*, t. 118, p. 348, 12 février 1894. — Les radioconducteurs. (*Rapports présentés au congrès international de physique de Paris*, 1900, t. II, p. 325.)

M. Branly admet en outre que, lorsque deux conducteurs fermant un circuit sont amenés au voisinage immédiat l'un de l'autre, il n'est pas indispensable pour livrer passage à un courant électrique (même de faible intensité) que le contact parfait des deux conducteurs soit réalisé. — Le passage du courant a lieu alors que les deux conducteurs sont encore à une certaine distance ρ. La production d'ondes électriques au voisinage du contact imparfait a pour effet d'augmenter notablement la grandeur du rayon d'activité ρ.

Ainsi donc pour M. Branly un isolant peut devenir conducteur. Il suffit de le prendre sous une assez faible épaisseur. En général, dans une colonne de limaille métallique les lamelles isolantes qui séparent les grains conducteurs ont une épaisseur supérieure à cette épaisseur limite. Les ondes électriques auraient pour effet d'augmenter la grandeur de cette épaisseur limite : Une couche isolante d'épaisseur trop grande pour livrer passage à un courant donné, éprouve sous l'action des ondes électriques un changement qui équivaut à une diminution d'épaisseur.

Cette manière de concevoir le phénomène rend parfaitement compte du fonctionnement que présentent les radioconducteurs qui reviennent d'eux-mêmes à leur état premier tel que le « cohéreur auto-décohérent » à poudre de charbon de M. Tommasina, tel que les radioconducteurs à contact charbon-charbon, charbon-métal, métal-métal étudiés récemment par M. Ferrié (1). — On conçoit en effet que chaque train d'ondes rendant

(1) G. Ferrié. — *Sur les cohéreurs décohérents et sur un essai de théorie des cohéreurs en général.* Congrès international d'électricité, Eclairage électrique t. 24, n° 39, 29 septembre 1900, p. 499.

conductrice la couche isolante en agissant sur elle comme si elle en diminuait l'épaisseur, le tube à limaille devienne conducteur pendant tout le temps qu'il reste soumis à l'action des ondes. On comprend également que dès que les ondes cessent d'agir, « *l'intervalle que l'isolant maintient* (1) entre les particules conductrices redevienne résistant comme avant l'action des ondes.

Mais cette hypothèse de la conductibilité de l'isolant ne nous paraît pas rendre compte d'une manière complète du fonctionnement des radioconducteurs ordinaires tels que ceux de M. Branly qui nécessitent une intervention étrangère (choc ou élévation modérée de température) pour reprendre la résistance qu'ils présentaient avant l'action des ondes. — Si la disparition de la résistance doit être seulement attribuée à la conductibilité de l'isolant, — conductibilité produit par les ondes, — et si aucun mouvement des particules conductrices ni aucune liaison de ces particules ne s'est produit, le radioconducteur doit reprendre sa résistance primitive lorsque les ondes cessent d'agir. Les lamelles isolantes ont en effet gardé leur épaisseur supérieure à l'épaisseur-limite pour laquelle la conductibilité de l'isolant a lieu. Les ondes ont cessé de produire sur ces lamelles isolantes l'action équivalente à une diminution d'épaisseur. Tout dans le tube à limaille doit donc être revenu dans le même état qu'avant l'action des ondes. S'il en est autrement, si le radioconducteur ne reprend sa résistance primitive que sous l'action d'un choc, c'est qu'il a dû subir soit dans la

(1) Branly. — Les radioconducteurs, loc. cit. p. 338.

disposition des particules, soit dans les liaisons de ces particules des changements que le choc est appelé à faire cesser.

On remarquera que les hypothèses de M. Branly sont ainsi susceptibles de rendre parfaitement compte du fonctionnement des radioconducteurs qui reprennent spontanément leur résistance primitive alors qu'elles ne permettent pas une explication complète du fonctionnement des radioconducteurs ordinaires. Elles n'expliquent pas en effet la nécessité du choc ou de l'élévation de température pour ramener ces radioconducteurs à leur état primitif.

On peut, il est vrai, ajouter aux hypothèses de M. Branly la suivante : L'action des ondes électriques sur la mince couche diélectrique qui sépare les particules conductrices a pour effet de rendre conducteur le diélectrique non pas à la manière d'un conducteur ordinaire mais en y produisant une sorte de polarisation (1) que le choc a pour effet de faire disparaître.

Bien qu'il soit peut-être un peu hasardeux de supposer que les ondes électriques produisent une polarisation du diélectrique, polarisation qui se conserve

---

(1) On a, par exemple, imaginé qu'à la faveur des oscillations électriques des ondes stationnaires se produisent entre les grains conducteurs. En dehors du fait que ces ondes stationnaires doivent disparaître lorsque cessent les oscillations qui les produisent, leur existence même nous paraît plus que douteuse : L'intervalle qui sépare les grains conducteurs d'une colonne de limaille est en effet beaucoup trop faible pour permettre l'établissement d'ondes électriques stationnaires. Il suffit pour s'en convaincre de considérer la longueur d'onde des oscillations généralement utilisées dans les dispositifs de télégraphie sans fil. Ces longueurs d'onde sont, en effet, de beaucoup supérieures à celles produites par les dispositifs spéciaux de M. Righi, de M. Lebedew, de M. Bose qui eux-même excitent des ondes dont la longueur serait encore bien trop grande pour permettre l'établissement entre les grains de limaille d'ondes électriques stationnaires.

après la cessation de l'action de ces ondes, admettons cette dernière hypothèse. — Nous rendons alors parfaitement compte du fonctionnement des radioconducteurs nécessitant un choc pour revenir à leur premier état, mais nous éprouvons une difficulté pour expliquer d'une manière complète le fonctionnement des radioconducteurs qui reprennent spontanément leur résistance primitive. Le même diélectrique en effet sépare les granules de charbon qu'étudient M. Tommasina, M. Ferrié et les grains de limailles métalliques que M. Branly a si ingénieusement disposés. Pourquoi les ondes polariseraient-elles d'une manière permanente ce diélectrique lorsqu'il est compris entre deux particules métalliques, et ne le polariseraient-elles plus que temporairement lorsqu'il se trouve limité par deux grains de charbon ?

Il faudrait alors admettre encore que cette polarisation produite par les ondes, ou du moins sa permanence, dépend de la nature du conducteur au voisinage duquel elle se produit. — N'est-ce pas là faire jouer un rôle au conducteur ? C'est en tous cas rendre bien compliquées et bien nombreuses les hypothèses que nécessitent l'explication basée sur la seule considération de l'isolant.

Explication de M. Lodge. — Envisageons maintenant, l'explication qui fait intervenir le conducteur, et comment elle supporte le contrôle des faits observés.

M. Lodge admet que le phénomène présenté par les tubes de limaille sous l'action des ondes électriques est dû à la production entre les particules conductrices de très petites étincelles. Ces étincelles percent la

couche diélectrique comprise entre les grains et entraînent des particules métalliques qui se soudent l'une à l'autre et forment un pont conducteur entre les grains de limaille.

Au lieu d'envisager une propriété particulière de l'isolant, M. Lodge considère les particules conductrices et suppose qu'à la faveur des ondes électriques elles se déchargent les unes sur les autres, criblant les lamelles isolantes d'autant de petits filets conducteurs qu'il s'est produit de décharge et transformant ainsi la colonne hétérogène formée de grains conducteurs isolés les uns des autres en une colonne ne présentant plus au point de vue de la conductibilité aucune solution de continuité.

Pour M. Lodge, la *radioconduction* serait due à une *cohésion* de la colonne de limaille qui présente alors une chaîne ininterrompue de conducteurs en parfait contact les uns avec les autres. De là le nom de *cohéreur* donné par le savant électricien anglais au tube à limaille.

Réduite à ces seules hypothèses l'explication de M. Lodge rend parfaitement compte du fonctionnement des cohéreurs nécessitant un choc tels que ceux de M. Branly, tels que ceux utilisés par M. Marconi, par M. Tissot. On conçoit fort bien la nécessité du choc pour rétablir la résistance primitive de la colonne de limaille. Le choc en effet disloque les petits ponts conducteurs établis entre les grains de limaille.

On oppose souvent comme fait d'expérience non explicable dans cette manière de voir celui tiré du fonctionnement de radioconducteurs constitués par

d'intimes mélanges de limailles conductrices et de diélectriques fusibles (soufre et limaille d'aluminium.) Certains de ces mélanges qui ont la dureté du marbre n'en présentent pas moins le phénomène de la radioconduction comme de simples colonnes de limaille. Il nous semble au contraire que l'explication de M. Lodge rend aussi parfaitement compte du fonctionnement de ces cohéreurs que de celui des colonnes de limaille.

Ces crayons compacts contiennent en effet des grains conducteurs très voisins séparés par une couche d'isolant solide. Pourquoi la décharge qu'on admet se produire entre les grains de limaille à travers l'air à la faveur des ondes électriques, ne se produirait-elle pas sous l'influence des mêmes ondes à travers la couche isolante solide, peut-être moins épaisse que la couche d'air qui sépare les grains conducteurs d'une colonne de limaille. Ces radioconducteurs d'ailleurs nécessitent, pour reprendre leur résistance primitive, un choc que leur dureté même rend plus énergique. Les ébranlements matériels que provoquent ce choc suffisent à disloquer les ponts conducteurs établis entre les grains métalliques disséminés dans l'isolant solide. D'ailleurs ces cohéreurs semblent bien moins sensibles que les tubes à limaille ordinaires. Cette diminution de sensibilité n'est-elle pas due à la difficulté plus grande qu'éprouve chaque décharge à percer la lamelle isolante solide ?

Si les radioconducteurs en forme de crayons solides de M. Branly présentaient le phénomène de la décohésion spontanée, on eût pu tirer de ce fait un argument très puissant pour combattre la manière de voir de

M. Lodge. Le fait qu'ils nécessitent un choc pour reprendre leur résistance primitive les range au contraire au nombre de ceux dont le fonctionnement s'explique aisément comme le propose M. Lodge.

L'explication du fonctionnement des cohéreurs à décohésion spontanée est peut-être un peu moins aisée avec la manière de voir de M. Lodge. Elle nécessite en tous cas une hypothèse supplémentaire.

Pourquoi le choc n'est-il plus nécessaire dans le cas de ces cohéreurs particuliers ? Que deviennent les petits ponts conducteurs établis entre les grains de charbon par les décharges produites à la faveur des ondes électriques ? En ce qui concerne les cohéreurs nécessitant un choc, nous venons d'admettre que les très petites particules métalliques que l'étincelle de décharge étage entre les grains conducteurs se soudent les unes aux autres d'une manière assez forte pour que la brisure de la chaîne formée nécessite un choc. Il n'en est plus de même dans le cas des cohéreurs à décohésion spontanée : Nous devons supposer alors que les particules de charbon, qui réunissent les grains au moment de la cohésion, ne se soudent plus les unes aux autres ou que leurs soudures sont trop précaires pour qu'elle subsiste après l'action des ondes et pour qu'un pont conducteur reste établi entre les grains de charbon.

Bien que cette hypothèse ait un caractère un peu particulier, elle paraît assez acceptable. Elle s'accorde d'ailleurs fort bien avec le fait d'observation que, seuls, les cohéreurs à poudre de charbon ou à contact charbon-métal présentent nettement le phénomène de la décohésion spontanée. Si l'on se reporte à la très inté-

ressante étude des cohéreurs faites par M. Ferrié (1), on constate que parmi les divers contacts étudiés (charbon-charbon, métal-charbon, métal-métal, métal-liquide conducteur), les deux premiers présentaient seuls, d'une manière bien nette et bien constante le phénomène de la décohésion spontanée. Le contact métal-métal ne présente le phénomène en question que d'une manière fugace. Le réglage du contact est difficile, la durée précaire. Il semble que les limites entre le contact imparfait ne réalisant pas encore un cohéreur et le contact imparfait réalisant un cohéreur nécessitant un choc, sont trop voisines pour laisser aisément place à un contact imparfait réalisant un cohéreur à décohésion spontanée.

Si l'explication de M. Lodge rend aussi aisément compte du fonctionnement des cohéreurs nécessitant un choc que du fonctionnement des cohéreurs à décohésion spontanée, elle ne semble pas susceptible de rendre compte du fonctionnement des dispositifs que l'on désigne sous le nom d'anticohéreurs.

L'explication de M. Branly ne semble pas d'ailleurs devoir être plus heureuse à l'égard de ces derniers détecteurs d'ondes.

M. Branly a réalisé dès 1891 (2) des radioconducteurs à accroissement de résistance. Si le terme de radioconducteur donné à tous les détecteurs d'ondes électriques est très acceptable comme n'exprimant que l'observation d'un fait, l'explication de M. Branly sur

(1) G. Ferrié. — Congrès international d'électricité. — Eclairage électrique, t. 24, n° 39, 29 septembre 1900.
(2) E. Branly. Société française de physique, avril 1891.

le rôle de l'isolant semble encore moins convenir aux radioconducteurs à accroissement de résistance qu'aux radioconducteurs nécessitant un choc. Il est vrai de dire que l'explication de M. Lodge se heurte à la même difficulté.

Remarque de M. Righi. — M. Righi a cru devoir compléter l'explication donnée par M. Lodge par l'admission d'une hypothèse complémentaire : la possibilité de petits mouvements des particules conductrices (1). Ces mouvements auraient pour effet de ranger les grains conducteurs d'une colonne de limaille en chaîne conductrice offrant une suite de contacts parfaits.

Ce complément à l'explication de M. Lodge ne nous paraît nullement nécessaire. Il est même, si on le soumet au contrôle de l'expérience, de nature à restreindre la généralité de l'explication de M. Lodge en mettant cette explication ainsi complétée en désaccord absolu avec des faits très nets d'observation.

Il sera difficilement acceptable, en effet, comme le fait remarquer M. Branly, que les grains conducteurs de radioconducteurs formés par des crayons solides formés d'un mélange compact de limaille et d'isolant, éprouvent de semblables mouvements. L'explication de la radioconduction présentée par des colonnes de disques métalliques, par des rangées de lourdes billes d'acier, très acceptable avec les seules hypothèses de M. Lodge, devient inacceptable avec l'hypothèse de M. Righi.

---

(1) A. Righi. — Les ondes hertziennes. — Rapports présentés au Congrès international de physique de Paris, 1900, tome 2, p. 308.

On a très souvent présenté comme preuves à l'appui de l'explication de M. Lodge les expériences de M. Arons (1), de M. Tommasina (2), de M. Malagoli (3) et de quelques autres observateurs.

Les conditions dans lesquelles ces expériences ont été faites ne nous semble pas leur donner le caractère démonstratif qu'on leur prête.

M. Arons observe au microscope les étincelles qui se produisent au sein de limailles métalliques formant pont entre deux bandes de clinquant supportées par une lame de verre. Lorsqu'on fait agir sur ce système les ondes produites par un excitateur de Hertz et concentrées par des fils disposés suivant les indications de M. Lecher, on observe des mouvements des grains de limaille et on aperçoit un flux de vives étincelles se produisant entre les grains conducteurs.

Ainsi que le fait remarquer M. Branly (4), les conditions de cette expérience ne sont en rien comparables aux conditions réalisées dans les dispositifs pratiques de télégraphie sans fil. L'action des ondes sur un tel système est considérablement plus puissante que l'action des ondes émises par une antenne sur un cohéreur situé à 50 ou 80 kilomètres de cette antenne.

La même raison rend les observations de chaînes conductrices produites par M. Tommasina inacceptables en tant qu'expérience de contrôle de l'explication de M. Lodge ou de l'explication complémentaire proposée par M. Righi.

---

(1) Arons. — Wiedemann's Annalen, t. 65, p. 567 ; 1898.
(2) Tommasina — Comptes rendus de l'Académie des Sciences.
(3) Malagoli. — Ellettricita, t. 7, p. 193.
(4) E. Branly. — Les Radioconducteurs. Rapports présentés, etc..., p. 336.

Ces différents observateurs nous paraissent s'être éloignés par trop des conditions réalisées en général dans les expériences de télégraphie sans fil. En exagérant ainsi la puissance des appareils producteurs des phénomènes n'ont-ils pas troublé par des actions accessoires les phénomènes qui se produisent au sein des tubes à limaille utilisés comme récepteurs en télégraphie sans fil ?

M. Tissot qui a examiné tant au microscope qu'à l'aide de phénomènes de diffraction la colonne de limaille de fer qu'il emploie dans ses ingénieux dispositifs, n'a jamais observé aucun mouvement de la limaille ni aucune orientation de cette limaille (1). A-t-il aperçu les étincelles que l'explication de M. Lodge suppose entre les grains de limaille ? Sans nul doute, non, car il n'eût pas manqué de les signaler. Leur non observation n'implique cependant pas leur absence.

Un fait observé qui nous paraît bien plus susceptible d'être invoqué en faveur de l'explication de M. Lodge est l'utilité, sinon la nécessité d'une mince couche isolante enserrant les grains de limaille, utilité si nettement mise en évidence par les expériences de M. Blondel (2). M. Blondel a montré en effet que les métaux inoxydables à l'air (argent, or, platine) constituaient que de très médiocres radioconducteurs et qu'au contraire les métaux *légèrement oxydables* permettaient de réaliser de très sensibles radioconducteurs.

---

(1) C. Tissot. — Comptes rendus de l'Académie des Sciences, 2 avril 1900. — Congrès international d'électricité, éclairage électrique, t. 24, 29 septembre 1900, p. 489.

(2) Blondel. — Quelques remarques et expériences sur les cohéreurs. Congrès de Nantes de l'association française pour l'avancement des sciences, 1898, p. 216.

Explications de M. Ferrié. — M. le capitaine Ferrié a proposé diverses hypothèses relativement au fonctionnement des radioconducteurs. Ces hypothèses peuvent se diviser en deux groupes : Un premier groupe vise le fonctionnement des radioconducteurs nécessitant un choc pour reprendre leur résistance première, un second groupe a trait à l'explication des phénomènes que présentent les radioconducteurs revenant spontanément à leur état primitif.

M. Ferrié considère le condensateur formé par deux grains de limaille consécutifs et par la lamelle diélectrique qu'ils comprennent. — Ce condensateur est susceptible de supporter sans se décharger sur lui-même, sans « crever », une certaine différence de potentiel. Mais lorsque la différence de potentiel atteindra une certaine valeur limite V, le condensateur considére « crèvera ». C'est alors que, suivant la manière de voir de M. Lodge, une étincelle jaillit et qu'un pont conducteur s'établit entre les deux armatures du condensateur considéré, c'est-à-dire entre les deux grains de limaille consécutifs.

M. Ferrié propose les hypothèses suivantes relativement aux conditions qui déterminent la valeur limite de V :

La différence de potentiel limite que peut supporter le condensateur considéré dépend :

1° De la nature et de l'épaisseur du diélectrique interposé entre les grains de limaille ;

2° De la nature des conducteurs constituant les armatures, c'est-à-dire de la nature de la limaille.

---

(1) G. Ferrié. — Congrès international d'électricité. Eclairage électrique, t. 24, 29 septembre 1900, p. 501.

La première hypothèse est toute naturelle et doit évidemment être faite. La seconde mérite de ne pas être acceptée sans discussion.

Si l'on suppose, en effet, que la limaille employée est très propre, sans couche d'oxyde, sans nuage de sulfure, (ce qui est le cas des radioconducteurs les moins sensibles), on ne voit pas en quoi la nature du conducteur peut influer sur la différence de potentiel que peut supporter sans crever le condensateur. — Si, au contraire, on tient compte de la couche superficielle d'oxyde ou de sulfure, peu ou point conductrice, qui, dans tout bon cohéneur, recouvre inévitablement (ne serait-ce qu'après quelque temps d'usage) chaque grain de limaille, il nous semble que c'est *de la nature et de l'épaisseur de cette couche* que doit dépendre la valeur limite de la différence de potentiel que peut supporter sans crever chaque condensateur formé par deux grains consécutifs de limaille. — Ainsi entendue, la seconde hypothèse de M. Ferrié est des plus plausibles et permet de rendre parfaitement compte des degrés de sensibilité si différents que l'on constate entre les cohéreurs construits avec des limailles métalliques différentes et qui nécessitent un choc pour reprendre leur résistance primitive. La nature du métal formant limaille influe sur la valeur de V par la nature de l'oxyde ou du sulfure formant gaîne pour chaque grain de limaille.

Ces hypothèses admises, on peut aisément expliquer la supériorité du mélange de limaille employé par M. Marconi sur les limailles dont se sert M. Branly. Cette supériorité est due à la différence existant entre les valeurs de V relatives à ces deux sortes de cohéreurs.

Cette différence provient de la nature et de l'épaisseur de la couche du diélectrique baignant la limaille (sur lesquelles influent la grosseur du grain, le degré de vide, le tassement) et aussi de la nature et de l'épaisseur du voile d'oxyde qui, dans chaque dispositif, recouvre les grains de limaille. — Si la valeur de V assignable aux condensateurs considérés dans le mélange employé par M. Marconi est bien inférieure à la valeur de V assignable aux condensateurs formés par les dispositifs de M. Branly, on conçoit que les ondes électriques agissent efficacement à une bien plus grande distance sur les cohéreurs de M. Marconi que sur ceux de M. Branly.

C'est cette valeur limite de la différence de potentiel V, que M. Blondel a proposé de désigner sous le nom de *tension critique de cohésion.*

Les dispositifs imaginés par M. Tissot empruntent justement leur intérêt et leur puissance pratique au fait qu'ils rendent très facilement réglable et variable à volonté la tension critique de cohésion. Il suffit pour cela de faire varier le champ magnétique dans lequel se trouve placé la limaille.

L'essai de théorie de M. Ferrié indique donc que la sensibilité d'un cohéreur sera d'autant plus grande qu'il y aura une plus faible marge entre la différence de potentiel qui fait crever le condensateur et celle qu'on peut établir au préalable entre les armatures, sans le crever (1). Cette explication du fonctionnement

---

(1) En ce qui concerne la pratique, il faut observer que le choc décohérera d'autant moins facilement un cohéreur que le courant qui s'établit après l'action des ondes est plus intense. Il y a donc avantage à employer des cohéreurs admettant une faible valeur de la tension critique de cohésion (cohéreurs à limaille de métaux peu oxydables ou à limaille placée dans des conditions de très faible oxydation).

des cohéreurs nécessitant un choc, qui peut être considérée comme un développement et une illustration en quelque sorte de celle préconisée par M. Lodge est en tout point d'accord avec les résultats de la très complète étude des diverses limailles, faite par M. Blondel (1). — Elle indique de plus qu'il y aura avantage à utiliser une limaille très fine et surtout à grains très réguliers et uniformément tassés de telle manière que la tension critique de cohésion de chaque couple de grains soit très sensiblement la même en toute région de la colonne de limaille. Il y a également avantage à n'utiliser qu'une très petite colonne de limaille, ce qui est conforme aux résultats observés ; on a ainsi, en effet, plus de chance de réaliser l'homogénéité de la colonne de limaille.

Pour expliquer le fonctionnement des cohéreurs à décohésion spontanée, M. Ferrié imagine l'hypothèse suivante :

Lorsque deux particules conductrices (deux grains de limaille) sont très rapprochées, avant qu'il y ait contact parfait entre les particules il existe une position pour laquelle le diélectrique est refoulé en dehors des portions des surfaces les plus voisines : une gaine vide se produit entre les conducteurs. Le diélectrique occupe l'espace *d,d* (fig. 1) compris entre les deux grains de limaille A, A, sauf l'espace *a* qui constitue une gaine vide de matière.

Cette hypothèse admise, M. Ferrié explique le fonctionnement des cohéreurs à décohésion spontanée de

(1) Blondel. — Congrès de Nantes de l'Association française etc... p. 216.

la manière suivante : — Le contact imparfait constitué par deux grains de limaille est-il intercalé dans un circuit contenant une faible force électromatrice ? Il se produit entre les deux conducteurs un effluve qui occupe l'espace vide *a*. Une conductibilité du circuit doit donc être observée. C'est en effet ce que l'observation vérifie. — Qu'une cause quelconque vienne augmenter progressivement la force électromotrice entre les deux grains conducteurs, l'effluve renforcé agrandit alors le chenal vide existant *a*, repoussant le diélectrique *d* jusqu'à ce qu'il s'oppose, par son élasticité ou son adhérence à la matière, à cet élargissement. — Alors si la différence de potentiel s'accroît encore entre les deux grains conducteurs A, A, une éteincelle disruptive se produira entre eux et les réunira momentanément en formant pont.

Ce mécanisme de la décharge entre les grains conducteurs par effluve précédant la formation d'une étincelle rend très bien compte de l'entretien d'un téléphone attelé à un cohéreur à décohésion spontanée par l'intermédiaire d'une pile lorsque le cohéreur est soumis à l'action d'ondes électriques.

On constate en effet que les variations de résistance du contact imparfait réalisé par le cohéreur suivent le rythme de l'interrupteur employé avec la bobine qui entretient l'excitateur des ondes. — On peut admettre que chaque train d'ondes agit simultanément sur l'effluve produit en *a* et que cet effluve s'élargit lorsque la différence de potentiel entre les grains conducteurs A est augmentée par l'action du train d'ondes puis revient à son état premier, grâce à l'élasticité du diélectrique lorsque l'action du train d'ondes cesse. Les

variations de largeur de l'effluve qui se produit en *a* se traduisent par des variations de même sens dans l'intensité du courant qui entretient le téléphone. De là l'imitation par le bruit rytmé entendu dans le téléphone du rytme même de l'interruption.

Si l'explication proposée par M. Ferrié relativement aux cohéreurs nécessitant un choc pour la décohésion peut être considérée comme un développement de celle proposée par M. Lodge, l'hypothèse qu'il propose pour rendre compte des phénomènes présentés par les cohéreurs à décohésion spontanée constitue un essai de théorie qui joint au mérite d'être fort ingénieux celui de suivre assez loin les particularités que l'on observe dans le fonctionnement de ces sortes de cohéreur.

Classement des détecteurs d'ondes. — Si l'on jette un coup d'œil d'ensemble sur les divers essais de théorie que nous venons de passer en revue on constate qu'aucun d'eux ne permet de donner une explication complète des faits observés avec tous les détecteurs d'ondes électriques aujourd'hui si divers et si nombreux.

Nous proposons de classer les divers détecteurs d'ondes en employant la terminologie suivante.

On a réalisé :

1° Des détecteurs d'ondes à limailles qui ne reprennent leur résistance primitive que sous l'action d'un choc (Branly, Lodgé, Popof, Marconi, Blondel) ou par la suppression d'un champ magnétique préalablement établi (Tissot) ;

2° Des détecteurs d'ondes à limailles qui reprennent d'eux-mêmes, spontanément, leur résistance primitive (Tommasina, Popof, Ferrié) ;

3° Des détecteurs d'ondes constitués par des tubes à vide dont les électrodes sont très rapprochés (Righi, Blondel) ;

4° Des détecteurs d'ondes (limaille, poudre, feuilles minces) à accroissement de résistance (Branly) ;

5° Des détecteurs d'ondes à couche de buée ou de vapeur (Askinass, Neugschwender, Schaffer.)

Ce sont là, à notre connaissance, les seuls détecteurs d'ondes utilisés ou dont l'emploi a été préconisé en télégraphie hertzienne.

On désignerait tous ces détecteurs d'ondes sous le nom général de *Radioconducteurs*, indiquant par là que tous ces dispositifs décèlent les ondes électriques par une *variation de leur conductibilité* (diminution ou accroissement de résistance.)

Les *radioconducteurs* comprendraient alors :

(*a*). — Les *radioconducteurs-cohéreurs* ou plus simplement les *cohéreurs* répartis en deux classes :

1° Les *cohéreurs à choc*, qui reprennent leur résistance primitive sous l'action d'un choc. (Dans cette classe pourrait prendre rang le cohéreur de M. Tissot, sous le nom de *cohéreur magnétique*) ;

2° Les *cohéreurs à décohésion spontanée* qui se décohérent d'eux-mêmes ;

(*b*). — Les *radioconducteurs proprement dits* qui comprendraient ;

3° Les *radioconducteurs à vide* qui sont constitués par un tube à vide contenant deux électrodes rapprochés ;

4° Les *radioconducteurs résistants* qui désigneraient et les détecteurs d'ondes à accroissement de résistance de M. Branly et les détecteurs d'ondes à couche de buée

ou de vapeur de M. Askinass, de M. Neugswender, de M. Schaffer.

Cette terminologie présente l'avantage de n'accorder le nom de *cohéreur* qu'aux seuls dispositifs au sujet desquels on peut admettre qu'il y a de la part des ondes effet de cohésion, réservant le nom de *radioconducteur* qui ne présume rien sur le mécanisme de leur fonctionnement aux autres détecteurs d'ondes. Ces derniers pourront d'ailleurs ultérieurement prendre rang ou non parmi les *radioconducteurs-cohéreurs* ou plus simplement *cohéreurs*, suivant les résultats auxquels leur analyse expérimentale conduira.

Conclusions. — Nous résumerons ainsi, en adoptant cette terminologie, les divers essais de théorie précédents.

L'explication de M. Branly ne permet pas d'expliquer à la fois le fonctionnement des *cohéreurs à choc* et des *cohéreurs à décohésion spontanée.* Suivant l'interprétation admise elle ne s'adapte qu'à l'une ou à l'autre classe de cohéreurs. — Cette explication ne rend aucun compte des phénomènes présentés par les *radioconducteurs proprement dits.*

L'explication de M. Lodge qui semble la plus plausible et la plus générale de toutes celles proposées jusqu'à ce jour, réussit à expliquer le fonctionnement des *cohéreurs à choc* et des *cohéreurs à décohésion spontanée*, mais elle est impuissante à rendre compte des phénomènes observés avec les *radioconducteurs proprement dits.* — Peut-être, d'ailleurs, les phénomènes présentés par ces derniers dispositifs et surtout par les *radioconducteurs résistants* sont-ils très différents de ceux présentés par les *cohéreurs.*

L'ingénieuse manière de voir de M. Ferrié qui rend si parfaitement compte des observations faites à l'aide du téléphone sur les *cohéreurs à décohésion spontanée* semble limitée à ces sortes de cohéreurs. Peut-être s'appliquerait-elle encore aux radioconducteurs à vide, mais elle ne paraît pas pouvoir servir à expliquer le fonctionnement des *cohéreurs à choc* pas plus que celui des *radioconducteurs résistants*.

En résumé tous ces essais de théorie manquent de généralité. Chacun d'eux s'applique à un groupe de *radioconducteurs* à l'exclusion de tous les autres.

Bien que quelques-uns pénètrent assez avant les particularités du fonctionnement des dispositifs qu'ils se proposent d'étudier, ils nous semblent être encore un peu prématurés.

N'y aurait-il pas lieu tout d'abord de classer d'une manière bien nette les phénomènes déjà si divers présentés par tous les radioconducteurs et de chercher à en faire une analyse expérimentale qui permette de grouper, s'il se peut, ces faits autour de lois expérimentales bien établies que les théoriciens pourront alors se proposer d'expliquer ?

Quoiqu'il en soit, ces divers essais de théorie ont sans nul doute inspiré déjà de très heureux dispositifs et d'intéressantes expériences ; ils sont susceptibles d'ailleurs d'en faire naître d'autres. C'est là leur véritable mérite et leur utilité.

II. — Le rôle de l'antenne.

Plusieurs explications du rôle de l'antenne en télégraphie sans fil ont été proposés ; les unes font inter-

venir la conductibilité du sol ou des couches atmosphériques, d'autres sont basées sur la considération des lignes de force.

Nous allons tout d'abord résumer les faits d'observation relatifs aux antennes et indiquer les conditions qui influent sur la portée des ondes. Nous passerons ensuite rapidement en revue les diverses explications du rôle des antennes qui ont été proposées et nous indiquerons comment elles rendent compte des faits observés.

Observations relatives aux antennes. — *Nécessité de l'antenne.* — La nécessité de l'antenne tant dans le dispositif de transmission que dans celui de réception est un des faits les plus constants d'observation. Il est pratiquement impossible de réaliser à une distance notable des transmissions par les procédés de la télégraphie hertzienne sans conducteur, si l'on a pas disposé aux deux postes transmetteur et récepteur des antennes plus ou moins longues. L'entretien d'un excitateur d'ondes électriques, non muni d'antenne, est insuffisant, quelque puissant qu'il soit, pour influencer un radioconducteur disposé à une grande distance. De même un radioconducteur ne sera sensible aux ondes émises par un excitateur éloigné qu'autant qu'il sera réuni à une antenne réceptrice.

Longueur de l'antenne. — La portée des ondes semble d'autant plus grande que l'antenne est plus longue. On a indiqué, à ce sujet, sous le nom de *lois des antennes*, des relations, d'ailleurs empiriques, qui manquent de généralité.

Lois des antennes de M. Marconi. — M. Marconi indique qùe, toutes choses égales d'ailleurs, la portée maximum est atteinte lorsque la hauteur h_t de l'antenne de transmission est égale à la hauteur h_r de celle de réception.

$$h_t = h_r = H$$

La portée des ondes est proportionnelle au carré de la hauteur commune H des antennes.

$$D = K H^2$$

Cette formule est applicable jusqu'à 40 kil. en prenant $K = 44{,}44$. A partir de 40 kil. les hauteurs ainsi déterminées sont trop faibles. L'interposition d'obstacles réduirait d'environ un tiers la distance calculée par cette formule.

Lois des antennes de MM. Blondel et Ferrié. — Cette dernière relation ($D = K H^2$) est approximativement vérifiée par des expériences de MM. Blondel et Ferrié dont voici quelques résultats : Pour communiquer à 3 kil. il a fallu des antennes de 12 m. ; 18 m. d'antennes ont permis de franchir 9,500 kil. et 24 m. ont été nécessaires pour atteindre 13,500 kil. Si l'on donne au coefficient K la valeur 24,5 la formule précédente résume ces mesures.

Quant à l'égalité de hauteur des deux antennes elle n'influe que très peu sur la portée des ondes. Il suffit que la somme des hauteurs des antennes de transmission et de réception reste constante ; la hauteur de chaque antenne peut varier sans que la portée des ondes soit diminuée pourvu que cette hauteur reste supérieure à une limite n qui, dans les expériences de MM. Blondel et Ferrié, est de 5 à 10 mètres.

Les formules

$$h_t + h_r = 2\,H \qquad h_t > n < h_r$$

$$D = K\,H^2$$

résument donc les observations de MM. Blondel et Ferrié.

Direction de l'antenne. — Dans la plupart des dispositifs de télégraphie sans fil on dispose l'antenne verticalement et il semble que ce soit là une condition nécessaire de bon fonctionnement et de longue portée. Il faut cependant signaler l'observation de M. Tissot, (1) d'après laquelle il n'est pas indispensable de disposer les antennes verticalement ; il suffit qu'elles soient dans un plan perpendiculaire à la direction de propagation. Plus récemment M. Tissot a constaté que l'inclinaison de l'antenne sur la verticale n'a pas d'influence marquée sur la portée des ondes, tant que cette inclinaison ne dépasse pas 40°. Il en est de même du plan vertical qui contient l'antenne ; il peut être incliné de 40° sur la direction de propagation des ondes sans que la portée de ces dernières en soit diminuée. Toutefois lorsque l'inclinaison des antennes sur la verticale est notable, il est préférable qu'elles soient parallèles et que les plans verticaux qui les contiennent soient normaux à la direction de propagation.

Communication de l'antenne avec la terre. — La mise en relation des antennes avec la terre augmente dans de très grandes proportions la portée des signaux. C'est là un fait généralement observé. Il est même indispensable que la communication avec le sol soit

(1) Tissot. — Société française de physique, 17 mars 1899.

établie avec beaucoup de soins. D'après M. Tissot le fil de terre doit être très peu résistant et doit présenter une self-induction négligeable. — Au cours de certaines expériences de M. Tissot, le poste transmetteur étant disposé sur un rocher on dut, pour assurer une bonne transmission, relier l'antenne à la mer par un fil conducteur. On obviait ainsi au défaut de conductibilité du sol.

Il y a lieu, à ce propos, de rappeler les expériences de télégraphie sans fil réalisées par MM. Lecarme entre le sol et un ballon muni d'une antenne de réception. Dans ces expériences, l'antenne réceptrice ne pouvait être reliée au sol. Il est vrai que les signaux cessèrent d'être perçus lorsque la distance excédât 8 kil., alors que, dans les expériences de M. Tissot, la portée des ondes dépassait parfois 80 kil. Il faudrait vérifier si cette mise en communication de l'antenne avec le sol est aussi nécessaire, ou tout au moins utile, pour l'antenne de réception que pour l'antenne de transmission. Il eut été également intéressant d'être renseigné sur la portée qu'auraient atteinte des ondes émises par l'antenne du ballon et de savoir si cette portée est la même que celle (8 kilom.) observée pour les ondes reçues par le ballon.

Isolement des antennes. — Il est utile que l'antenne de transmission soit très soigneusement isolée de ses supports et tendue le plus loin possible du mât qui permet de la dresser verticalement. Il est même bon d'entourer l'antenne d'un revêtement isolant d'un guipage de caoutchouc par exemple. Les mêmes précautions ne sont pas applicables à une antenne qui ne doit servir que pour la réception des ondes.

Nature, forme et capacité de l'antenne. — La nature et la forme de l'antenne influe très peu sur la portée des ondes émises. Que l'antenne soit constituée par un fil de faible diamètre (fil nu de 1^{mm}, fil couvert de 0,4 à $0,9^{mm}$), par un fil de fort diamètre, voire même par une bande de clinquant ou par un treillis métallique, la portée des ondes n'en est pas augmentée d'après M. Blondel. Il en est de même de la capacité. On munit souvent l'extrémité libre des antennes de plaques ou de sphères. Ces capacités ne semblent avoir aucune influence sur la portée des ondes. M. Blondel a observé à ce propos qu'en remplaçant l'antenne par deux disques horizontaux dont l'un était placé sur le sol et qui constituaient une capacité notable, on obtenait de très médiocres résultats. Toutefois, pour les transmissions à longue distance, il est préférable, d'après M. Tissot, de réduire la selfinduction de l'antenne et d'en augmenter la capacité.

En résumé, les seuls éléments importants relativement à la portée qu'une antenne donne aux ondes qu'elle émet, consiste dans une *grande hauteur,* une *direction verticale* ou tout au moins normale à la droite qui joint les deux postes, et enfin dans la *mise en communication avec la terre.*

Diverses explications du role de l'antenne. — *Première explication.* — On a tout d'abord cru pouvoir expliquer le rôle des antennes en supposant que la transmission s'effectuait par ondes libres au sein de l'air, d'une antenne à l'autre. On n'explique pas ainsi la nécessité des antennes et l'impossibilité qu'il y a à les remplacer par un oscillateur, quelque puissance

qu'on lui donne et quelque grande que soit la capacité du condensateur qui le constitue.

Explication basée sur la conduction du sol. — Tenant compte de la grande portée que donne aux ondes la mise en communication de l'antenne de réception avec la terre, on a pensé que les ondes étaient concentrées par la surface même du sol jouant le rôle de conducteur et qu'elles se propageaient de l'un à l'autre poste par son intermédiaire. Certaines expériences de M. Voisenat, de M. Tissot semblent confirmer cette manière de voir. On rapporte ainsi au fait de la meilleure conductibilité de l'eau de mer le succès des expérieuces de télégraphie sans fil entre postes établis sur les côtes.

M. Villot (1) a pensé même qu'en choisissant convenablement les prises de terre des antennes, on pouvait augmenter notablement la portée des ondes. Il propose à cet effet d'établir les postes transmetteur et récepteur de telle sorte que la terre de chacun d'eux soit empruntée à une même couche géologique.

Si l'on fait jouer un rôle prépondérant à la communication des antennes avec la terre et à la conductibilité du sol, on ne comprend pas la nécessité de la hauteur et de la verticalité des antennes. Il semble que leur suppression et leur remplacement par une capacité ne doivent pas diminuer la portée des ondes. Or, on constate, au contraire, que si la portée est de beaucoup augmentée par la mise en communication de l'antenne avec la terre, elle se trouve considérablement réduite dès qu'on diminue notablement ou qu'on supprime

(1) VILLOT. — Congrès international d'électricité (*Eclairage électrique*, 29 septembre 1900).

l'antenne. L'utilité d'une longue antenne demeure donc bien démontrée.

Explication basée sur la conductibilité de l'air. — M. Blochmann (1) fait jouer aux surfaces équipotentielles de l'atmosphère le rôle prépondérant dans la propagation des ondes d'une antenne à l'autre. Au lieu de considérer à l'instar de M. Villot, les couches géologiques du sol, il croit pouvoir expliquer le phénomène en faisant jouer un rôle analogue aux couches atmosphériques. On comprend alors très bien la nécessité de l'antenne, mais on explique mal l'importance de la mise en communication de l'antenne avec le sol.

Il en est de même de l'explication de M. Della Riccia qui rapporte les facilités de communications entre postes situés sur les côtes à une réflexion des ondes hertziennes à la surface de l'eau, réflexion rendue plus efficace par une polarisation préalable des ondes produite par l'antenne verticale.

On pourrait peut-être associer les explications basées sur la conductibilité du sol et sur celle de l'air et supposer que la concentration des ondes se fait de l'un des postes à l'autre à la fois par les couches géologiques et par les surfaces équipotentielles atmosphériques. On expliquerait ainsi la nécessité, pour une longue portée des ondes et d'une longue antenne et d'une parfaite communication avec la terre. Le champ hertzien produit par l'excitateur des ondes se trouverait ainsi concentré du poste transmetteur au poste récepteur par

(1) Rudolf Blochmann. — Une nouvelle théorie de la télégraphie dite sans fil. (*Revue générale des sciences,* 2e année, n° 3, 15 février 1901).

les deux couches conductrices considérées. Toutefois, il nous semble que toutes ces explications sont un peu du domaine de l'imagination et plus ingénieuses que plausibles. Il est à remarquer, d'ailleurs, que d'après ces dernières manières de voir, les phénomènes d'électricité atmosphérique devraient avoir une très notable influence sur la propagation des ondes. Or, il a été constaté, au cours des expériences faites à Wimereux par M. Marconi, qu'un jour d'orage, il était possible de tirer de l'antenne, isolée des appareils et jouant alors le rôle d'un paratonnerre, de fortes étincelles ; mais aussitôt que l'antenne était reliée aux appareils la réception ne présentait aucun trouble et était aussi nette qu'en temps ordinaire. Le fait a été rapporté par M. Ferrié et contrôlé. Il y a lieu de remarquer, cependant, qu'aucun coup de foudre n'a été observé dans le voisinage du poste.

Explications basées sur la considération des lignes de force. — M. Broca (1) considère le flux d'énergie propagé par le fil de l'antenne. Se basant sur ce que « le courant électrique est dirigé suivant la génératrice du fil, la force électrique est normale au conducteur, la force magnétique lui est tangente ». M. Broca en déduit que « le flux d'énergie calculable par le théorème de Poynting est dirigé perpendiculairement aux deux forces électriques et magnétiques et par conséquent se propage le long du fil. » — « Tout se passera ainsi jusqu'au bout du fil, où se produira ce qui est connu

(1) *A. Broca.* — Sur le rôle de l'antenne dans la télégraphie sans fil. (*Association française pour l'avancement des sciences*, Congrès de Nantes, 11 août 1901.)

sous le nom de perturbation à l'extrémité du fil. Les lignes de courant seront toutes parallèles à l'axe du conducteur et le flux de Poynting leur sera toujours parallèle. Au sommet du fil, la force électrique sera toujours normale au conducteur. La force magnétique sera indéterminée dans le plan tangent puisque la ligne de courant sera indéterminée. Il y aura donc un flux d'énergie dans un plan normal à la force électrique. » Au sommet le flux d'énergie se disperse donc suivant une nappe horizontale.

Sans vouloir entrer dans la critique de cette théorie et discuter la légitimité du raisonnement relatif à la perturbation aux extrémités du conducteur qui concentre les ondes électriques dans son application au cas actuel d'une antenne, nous ferons remarquer que toute déformation de cette extrémité devrait avoir un effet notable sur la direction de la propagation, par suite sur la portée des ondes. Or le fait de munir l'extrémité de l'antenne de larges plaques ou bien encore de recourber cette extrémité en spirale ou de lui donner une direction horizontale n'influe en rien sur la portée des ondes, à tel point que ces divers accessoires tout d'abord employés dans les expériences de télégraphie sans fil sont aujourd'hui presque complètement abandonnés, notamment par M. Tissot.

M. Blondel (1) a également donné une explication du rôle de l'antenne, basée sur la considération des lignes de force. M. Blondel part de l'hypothèse que la capa-

---

(1) Blondel. — Sur la théorie des antennes dans la télégraphie sans fil. (*Association française pour l'avancement des sciences*, congrès de Nantes, 11 août 1898.)

cité de l'antenne d'émission par rapport à la terre détermine la longueur d'onde des oscillations.

« Le rôle de l'antenne d'émission est double :

» 1° Elle règle l'intensité du centre d'ébranlement en augmentant par sa longueur le volume d'éther ébranlé par l'oscillateur. Les lignes de force électrique se déplaçant avec la même rapidité dans l'air et le long des fils et aboutissant toujours normalement aux conducteurs suivant des propriétés connues des oscillations électriques, doivent avoir ici la forme de nappes demi-sphériques, divergeant des divers points de l'antenne pour aboutir normalement au sol conducteur, comme des baleines de parapluie, autour de l'oscillateur comme centre. A chaque décharge elles brassent l'éther environnant comme des demi-sphères pulsantes de Bjerkness. Plus l'antenne est haute, plus la sphère pulsante est grande, plus le volume d'éther ébranlé est considérable, plus le centre d'ébranlement produit d'effets sensibles à grande distance ».

« 2° L'antenne dirige l'action des ondes produites par l'ébranlement, en orientant leurs lignes de force magnétique de la façon la plus favorable pour impressionner le cohéreur. En effet, ces lignes sont distribuées suivant des cercles horizontaux, concentriques à l'antenne et qui se propagent en se dilatant horizontalement. »

L'influence du sol, considéré comme surface conductrice, aurait pour effet de concentrer ces lignes de forces magnétiques qui seraient beaucoup plus nombreuses au voisinage du sol.

« Plus l'antenne de réception est longue, plus elle

coupe de lignes magnétiques ; à égale longueur elle en coupe d'autant moins qu'on l'écarte davantage du sol, autrement dit, la portée est donc plus grande à la surface du sol qu'à une certaine distance. »

Cette dernière conclusion est en désaccord avec les résultats obtenus par M. Tissot relativement à la portée des antennes. Le tableau suivant résume la moyenne de nombreuses expériences.

Longueur de l'antenne à chaque poste.	Distance de transmission.	Distance franchie par mètre d'antenne.
12 m.	1 kil. 8	0 kil. 150
20	4 5	0 225
25	7 5	0 300
30	13 5	0 450
35	22	0 620
45	40	0 880

D'après l'explication de M. Blondel les nombres de la dernière colonne devraient, il semble, décroître avec la hauteur de l'antenne.

On devrait également trouver un avantage à disposer, tant au poste d'émission qu'au poste de réception, des antennes très grosses formées de bandes. Des antennes courtes mais nombreuses devraient être préférées à une seule antenne très haute. En second lieu l'adjonction de capacités, soit à l'extrémité élevée de l'antenne, soit au voisinage du sol, devrait augmenter la portée des ondes. Or l'expérience montre que ces diverses modifications dans la forme de l'antenne sont sans effets sur la portée des ondes. La réduction de la hauteur de l'antenne, quelle que soit l'augmentation de sa capacité, est toujours suivie d'une réduction de la portée des ondes.

Conclusions. — En résumé, toutes ces explications, tant celles qui font intervenir la conductibilité de l'air ou du sol, que celles qui, cherchant à pénétrer plus avant le phénomène, appellent à leur aide la considération des lignes de force, se montrent impuissantes à rendre compte, d'une manière complète, du rôle de l'antenne, à expliquer l'importance de sa hauteur et de sa mise en communication avec le sol. Les dernières aboutissent à donner à la capacité de l'antenne une importance que l'observation ne ratifie pas.

Moins heureuses que les explications relatives au fonctionnement du cohéreur, les explications que nous venons de passer en revue, n'ont pas eu pour effet d'inspirer l'expérience et de lui indiquer un heureux perfectionnement de l'antenne, ni même de l'amener, au cours de vérifications, à découvrir un moyen d'augmenter la portée des ondes. En ce qui concerne l'antenne et les conditions qui influent sur la portée des ondes, nous ne sommes pas plus avancés que lors des premiers essais de la télégraphie sans fil. Nous ne connaissons qu'un moyen d'augmenter la portée des ondes, c'est d'augmenter la hauteur de l'antenne.

Il nous semble que les explications du rôle de l'antenne sont encore plus prématurées que celles relatives au fonctionnement du cohéreur. La théorie manque, en effet, de faits d'observation systématiquement étudiés. L'analyse expérimentale de l'antenne n'a pas été faite. Certaines expériences récentes de M. Tissot comblent, il est vrai, en partie, ces lacunes, mais il serait peut-être bon d'attendre des renseignements expérimentaux plus complets avant de tenter une explication théorique.

III. — Le problème de la syntonisation.

Enoncé du problème. Son importance. — Dès que les essais de télégraphie sans fil ont été un peu nombreux et que l'on a été amené à disposer au voisinage les uns des autres plusieurs postes émettant des ondes électriques, on s'est préoccupé de découvrir des moyens d'amener entre deux postes déterminés des communications qui ne soient pas troublées par le fonctionnement des postes voisins et que ces postes mêmes ne puissent surprendre.

Le problème consistait à accorder un excitateur et un récepteur de telle manière qu'ils utilisent des ondes électriques d'une longueur d'onde déterminée à l'exclusion de toutes les autres. L'oscillateur devait donc être *monochromatique*, le récepteur isochromatique, c'est-à-dire ne devait déceler que les ondes émises par l'oscillateur à l'exclusion de toutes les autres. Le problème ainsi posé n'est pas sans analogie avec celui que les dispositifs de multicommunication télégraphique par ondes hertziennes avec fil résolvent. (1) Toutefois l'absence du fil conducteur rend assez délicate l'application des propriétés des champs interférents (2) au problème qui se posait alors en télégraphie sans fil.

On conçoit toute l'importance que prend cette question si l'on songe que, à cause des distances relativement faibles (inférieures à 150 kil.) que peuvent franchir pratiquement les dispositifs de télégraphie sans fil, il se produira rapidement et forcément une

---

(1) A. Turpain. — Recherches expérimentales sur les oscillations électriques, p. 144 (Paris, A. Hermann, 1899.)
(2) A. Turpain. — P. 58.

agglomération des stations de télégraphie hertzienne surtout au voisinage des côtes. Comment sélectionner les communications entre ces stations groupées deux à deux ? Comment empêcher également que, soit par inadvertance, soit volontairement, un excitateur voisin ne vienne troubler les relations de deux postes en communication ? On a cru tout d'abord y pouvoir parvenir en utilisant des ondes de même tonalité électrique et en cherchant à accorder un système détecteur sur cette tonalité, en un mot en syntonisant la transmission.

Ce terme syntonisation, tout d'abord utilisé pour désigner les essais faits en vue d'accorder entre eux, à l'exclusion de tout autre, un oscillateur et un récepteur donné, a été par la suite étendu à tout dispositif qui empêchait soit de surprendre les communications établies, soit de les troubler. En ce qui concerne les phénomènes qu'utilisent certains de ces dispositifs ce terme de syntonisation n'a évidemment aucun sens. Si l'on peut, en effet, donner avec quelque raison le nom de dispositifs de syntonisation à ceux préconisés par M. Marconi, par MM. Lodge et Muirhead, par M. Blondel, ce terme est évidemment impropre à désigner les dispositifs imaginés par M. Tommasi, par M. Jégou pour assurer le secret des communications par télégraphie sans fil. Seule l'extension de ce terme, devenu impropre, peut-elle à la rigueur être acceptée.

Pour nous conformer à l'usage, nous désignerons sous le nom de dispositifs de syntonisation tout dispositif permettant :

Soit de permettre la communication entre deux stations A et B sans influencer une autre station C,

Soit de permettre la réception simultanée de plu-

sieurs communications émises par B, C, D,... et reçues par A sans troubles ; ou bien inversement la transmission simultanée de plusieurs communications émises par A et reçues respectivement et simultanément par B, C, D,. .. sans troubles,

Soit d'assurer le secret des transmissions télégraphiques sans fil,

Soit enfin de prévenir les troubles que l'on pourrait chercher à apporter aux communications réalisés par ondes hertziennes et sans fil entre deux ou plusieurs stations.

Sans rendre les procédés de la télégraphie hertzienne sans fil comparables aux divers procédés télégraphiques qui utilisent un fil conducteur, (la distinction *capitale* entre les deux procédés résidant dans la portée des communications, *forcément restreinte* en télégraphie sans fil, presqu'illimitée en télégraphie avec conducteur,) la réalisation de dispositifs répondant d'une manière complète et pratique aux quatre désiderata énumérés ci-dessus, accroîtrait notablement le champ d'application des procédés de la télégraphie sans fil.

Le problème de la syntonisation et l'amortissement des ondes électriques. — Mais le problème de la syntonisation, c'est-à-dire de l'accord d'un excitateur et d'un résonateur, est-il tout d'abord possible ? M. Tissot fait remarquer d'une manière très judicieuse que sa solution pratique est peu vraisemblable par le fait même du très grand amortissement que présentent les ondes électriques. En ce qui concerne les ondes sonores il est possible de constituer une source sonore qui émette un son simple tel qu'un résonateur acoustique de Helm-

holtz se montre seul capable de décider le son simple émis et cela à l'exclusion de tout autre résonateur acoustique. Alors que le résonateur en accord avec le son émis, « en syntonie », vibre énergiquement, toute autre caisse de résonance reste muette ou imperceptiblement actionnée. Les ondes sonores ont en effet un amortissement très faible. Il n'en est pas de même, semble-t-il, des ondes électriques, et leur amortissement est tel qu'étant donné un excitateur d'ondes qui n'émet que des ondes de même période (excitateur monochromatique) il existe toute une série de résonateurs électriques susceptibles de fonctionner sous l'influence de cet excitateur. Alors que dans la série des résonateurs acoustiques de Helmholtz, il y en a un et un seul susceptible d'être fortement impressionné par une source sonore simple, dans la série des résonateurs électriques de Hertz, il y en a un très grand nombre dont un même excitateur déterminera le fonctionnement. On conçoit par suite que la marge laissée pour le choix du résonateur syntone d'un excitateur électrique donné soit très grande, et que par suite il sera relativement aisé de trouver le résonateur propre à surprendre les ondes électriques qui assurent la communication entre deux postes accordés. D'autre part, il sera également facile de trouver l'excitateur propre à émettre des ondes capables de troubler la transmission de ces deux postes.

Si les effets d'amortissement des ondes électriques qui ont permis à M. Poincaré (1) d'abord, puis à

---

(1) H. Poincaré. — *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, août 1890. — *Archives de Genève*, 3e période, t. XXV, p. 5 et 609 ; 1891.

M. Bjerkness (1) d'expliquer le phénomène de résonance multiple, ont l'importance pratique que leur prête M. Tissot, la recherche d'une solution du problème de la syntonisation est évidemment illusoire.

Les expériences récentes de M. Slaby. — De récentes expériences entreprises par M. Slaby et suivies d'un certain succès sembleraient cependant prouver qu'on peut encore, malgré les considérations précédentes, espérer une solution pratique du problème de la syntonisation.

M. Slaby remarque que dans tous les dispositifs de télégraphie sans fil, on place le cohéreur en une région de l'antenne où il semble le moins susceptible d'être actionné. Si nous utilisons une représentation shématique qui nous a servi à représenter les propriétés des champs interférents (2), nous devrons supposer qu'au sommet d'une antenne A (fig. 2) se trouve une section ventrale d'ondes stationnaires électriques dont l'antenne est le siège. Supposons pour fixer les idées qu'il s'y trouve un ventre positif V+. Supposons encore qu'au point où l'antenne touche le sol se trouve la section nodale immédiatement consécutive N. C'est admettre que les ondes émises, que les ondes qui parcourent l'antenne ont pour longueur d'onde quatre fois la longueur de l'antenne. Si le cohéreur situé en général en *c* au voisinage du sol décèle ces ondes, il est évident qu'il les décelerait bien plus efficacement

(1) V. Bjerkness — Ueber die Dampfung Schneller electrisher Schwingungen (*Wiedemann's Annalen*, t. XLIV, p, 74 ; 1891).
(2) A. Turpain. — Recherches expérimentales sur les oscillations électriques, p. 58 (Paris, A. Hermann, 1899).

s'il se trouvait au sommet de l'antenne. On peut même admettre que ce ne sont pas ces ondes que le cohéreur décèle mais plutôt des ondes parasites qui les accompagnent et qui se trouvent avoir une section ventrale au voisinage de la région *c* occupée par le cohéreur.

Si cette manière de voir est plausible, on doit pouvoir augmenter l'action des ondes sur le cohéreur en le plaçant à l'extrémité d'une longueur additionnelle de fil réuni en N à l'antenne et de longueur égale à la longueur de l'antenne. S'il est en effet pratiquement impossible de disposer le cohéreur au sommet de l'antenne, il est très commode de le disposer à l'extrémité du second fil qui peut être dirigé horizontalement. L'ensemble des deux fils A et A' (fig. 3) constituent en définitive un champ interférent d'un quart de longueur d'onde.

On peut même aller plus loin et en supposant que l'antenne A reçoive d'un oscillateur unique ou de plusieurs oscillateurs tout un cortège d'ondes de longueurs d'onde différentes, on peut se proposer de déceler chaque onde à l'exclusion de toutes les autres, à l'aide d'une série de cohéreurs disposés respectivement aux extrémités d'un groupe de fils de longueurs convenables réunis tous à la terre au point N. La figure 4 représente la distribution des ventres le long de trois fils additionnels A', A'', A''', et le long de l'antenne. Les ventres sont représentés par les lettres V, U et v.

M. Slaby (1) est parvenu à réaliser deux communications simultanées à l'aide d'une même antenne A, au

(1) A Slaby. — Elektrotechnische Zeitschrift t. XXII p. 38, 10 et 24 janvier 1901.

pied de laquelle était disposée deux longueurs additionnelles de grandeurs différentes. On augmente considérablement l'action des ondes sur le cohéreur en reliant le cohéreur à l'extrémité des fils A', A", par l'intermédiaire de bobines dont la forme et le mode d'enroulement dépendent de la longueur d'onde des oscillations à déceler (1). En même temps cette bobine intercepte les ondes pour lesquelles elle n'est pas accordée. La longueur des étincelles qu'on peut tirer d'un fil rectiligne, parcouru par les oscillations, s'élève de 1 à 10 centim. après l'introduction de cette bobine que M. Slaby nomme multiplicateur.

Pour assurer la régularité de la transmission il est utile que le transmetteur émette des oscillations électriques de longueur d'onde déterminées. M. Slaby obtient ce résultat par l'emploi combiné d'une bobine de selfinduction et d'un condensateur. Deux longs conducteurs verticaux AC, DE (fig. 5) sont réunis à leurs extrémités supérieures par une bobine de forte self induction CD. Le conducteur DE est relié directement au sol ; à la partie inférieure de l'autre se trouve un condensateur K et les deux boules AB de l'excitateur des ondes électriques. Ce dispositif permet de produire des oscillations dont la longueur d'onde ne dépend que de la capacité du condensateur et de la hauteur du fil

(1) Nous avons nous-même constaté le même phénomène que nous avons mis à profit dans nos dispositifs de multicommunication par ondes hertziennes et par fil. Les curseurs régulateurs que nous employons dans ces dispositifs pour accorder les divers champs interférents à la réception avec les résonateurs en accord ne sont autre chose que des bobines de forme et d'enroulement différent dont on peut faire à volonté varier le nombre et la forme des spires utilisées (A. Turpain. — *Sur la multiplication en télégraphie au moyen des ondes électriques*, 23 juin 1898).

AC. Il est donc possible de régler cette longueur d'onde.

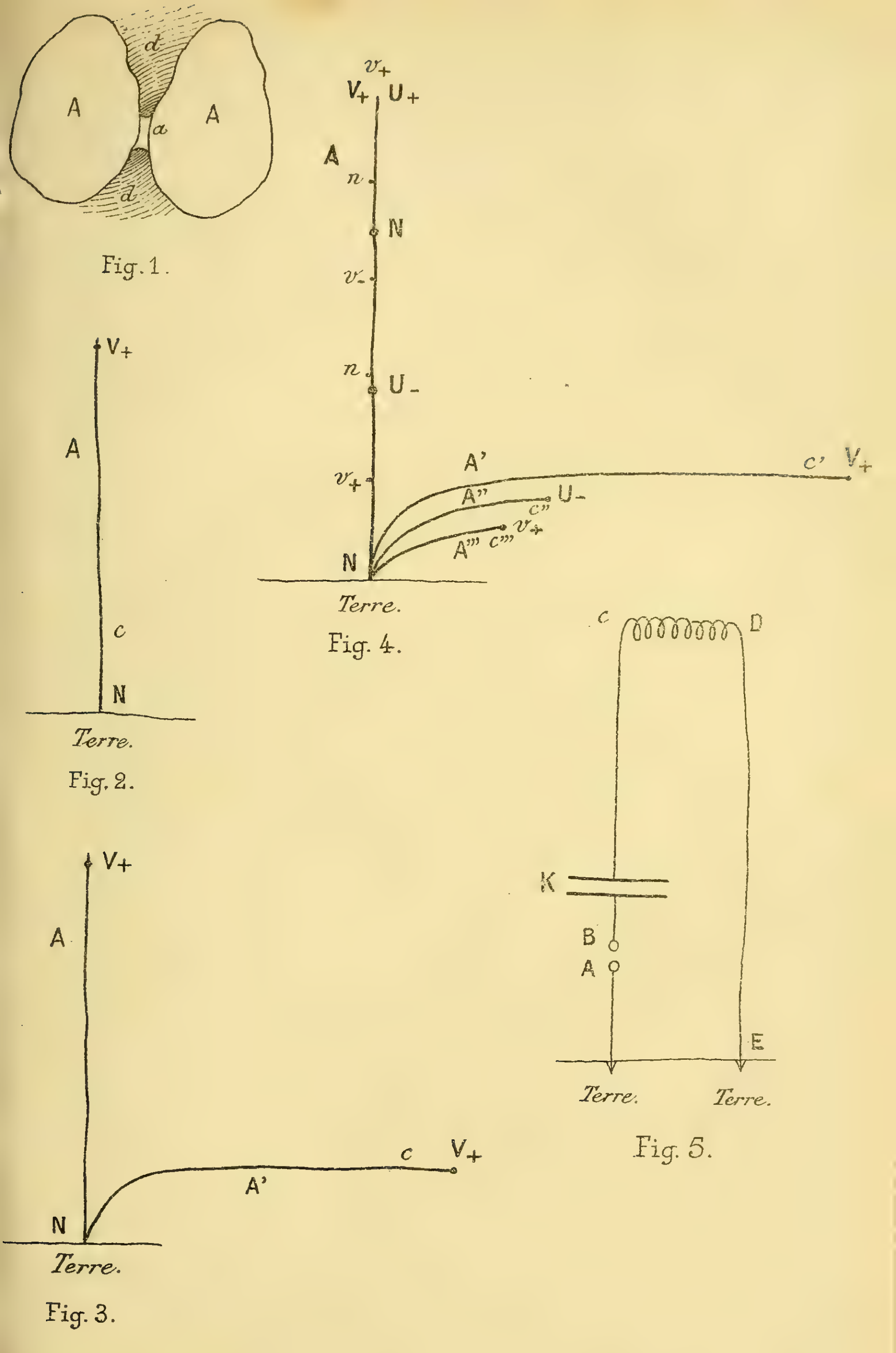
A l'aide de ces dispositifs M. Slaby a effectué à Berlin des expériences dont les résultats sont des plus intéressants.

Deux récepteurs étaient reliés au même paratonnerre placé sur la cheminée de l'usine centrale d'électricité sur le Schiffbauerdamm, un des quais de la Sprée. On peut admettre qu'une notable fraction des ondes se rendait directement au sol par la cheminée et était perdue pour les récepteurs. La fraction qui parvenait à la tige du paratonnerre était cependant suffisante pour actionner les cohéreurs.

Les stations transmettrices étaient installées l'une à l'école technique de Charlottenburg dans le laboratoire de M. Slaby, l'autre à Schönweide dans l'usine des cables de la Haute Sprée : la distance est de 4 kilomètres pour la première station, 15 kilomètres pour la seconde. — A Charlottenburg, l'antenne d'émission était conduite de la fenêtre du poste à l'extrémité d'un mât de 16 mètres dressé sur le toit du bâtiment. La plus grande masse du bâtiment se trouvait sur le trajet des ondes. — A Schönweide, l'antenne était tendue entre deux cheminées : les ondes devaient traverser une grande partie de la ville de Berlin.

Malgré ces difficultés, la transmission s'est effectuée d'une manière très régulière avec une vitesse de 72 lettres par minute. La longueur d'onde des oscillations émises par le transmetteur de Charlottenburg (4 kil.) était de 640 mètres, celle des oscillations émises par le transmetteur de Schönweide (15 kilom.) était de 240 mètres.





LITH. F. OLLIVIER-MARSAULT — LA ROCHELLE.



LE

NOUVEAU DOMAINE DE L'ÉLECTRICITÉ

LES EXPÉRIENCES DE HERTZ

et leurs applications pratiques

Conférence de la Société des Sciences naturelles de La Rochelle

18 Juin 1898

Sur la demande qui lui en avait été faite par la Société des Sciences naturelles de La Rochelle, M. Turpain, préparateur de physique à la Faculté des sciences de l'Université de Bordeaux, est venu exposer, avec expériences à l'appui, un des sujets les plus actuels de la science électrique : les oscillations hertziennes.

Après avoir rappelé les nombreux liens qui le rattachent à notre ville et qui lui ont fait un devoir d'accepter l'aimable invitation de la Société des Sciences, le conférencier aborde le sujet qu'il se propose de traiter :

L'électricité qui va faire l'objet de cet entretien et qui va se manifester à vous dans quelques instants, semble différer, à première vue, de celle que vous êtes habitués à voir courir les rues et les chemins sur les

innombrables fils qui relient aujourd'hui nos cités et les enserrent de toutes parts.

Bien que fille de celle-ci, elle ne paraît soumise à aucune loi d'hérédité.

Le courant électrique qui se propage sur ces fils, qui vient nous donner la lumière, qui actionne nos télégraphes, qui, imitant les modulations même de la voix, nous permet, grâce au téléphone, de nous entretenir à longue distance, ce courant nous l'assimilons, avec quelque raison, au courant de gaz qui suit les conduites d'éclairage, ou encore nous le concevons à l'image du flux liquide qu'apportent les canalisations de nos châteaux d'eau. Mais la condition première, la condition expresse pour que le courant électrique manifeste ses effets, pour qu'il se montre esclave docile de nos volontés, est que tous les appareils que nous le chargeons d'entretenir soient réunis entre eux, ainsi qu'à ceux qui l'excitent, par une série de corps métalliques, par une suite ininterrompue de fils conducteurs.

Qu'un orage vienne à rompre, par exemple, le fil qui réunit deux villes, et toute communication cesse par là même entre elles.

Que le mince filament de charbon, qui constitue la partie essentielle de nos lampes à incandescence, se brise : la lampe s'éteint, le courant cesse de nous éclairer en même temps que de traverser ce filament.

Eh bien ! les manifestations électriques qui vont se produiront autour de ces appareils vont se montrer à peu près indifférentes à l'existence ou à l'absence de fils conducteurs entre les dispositifs qui les produisent et les systèmes qui les manifestent.

Les conditions qui se montreront suffisantes pour

permettre l'influence de ces appareils l'un sur l'autre, semblent les mêmes que celles qui permettent l'influence d'un corps sonore sur l'oreille ou mieux encore d'une source lumineuse sur l'œil.

Permettez-moi donc, avant de vous indiquer le fonctionnement de ces appareils, de vous rappeler brièvement ce qu'on entend par mouvement vibratoire, mouvement oscillatoire, mouvement ondulatoire. Ces mots de vibrations, d'oscillations, d'ondulations vont revenir dans cet exposé à chaque instant. Souffrez que j'en rappelle à votre esprit le sens exact.

Cette tige élastique flexible est fixée à un étau par une extrémité. Je déplace son extrémité libre et l'abandonne à elle-même : vous la voyez offrir l'image d'une sorte d'éventail, image due à ce que votre œil la saisit en même temps dans toutes ses positions successives. En réalité, elle s'incline rapidement de part et d'autre de sa position d'équilibre ; on dit qu'elle prend un *mouvement oscillatoire*, qu'elle effectue une suite d'oscillations, une oscillation étant constituée par une allée et une venue de la tige de part et d'autre de sa position de repos.

Mais en même temps que votre œil suivait le mouvement de cette tige, vous avez entendu un son, et ce son votre oreille l'a perçu, grâce à la présence de l'air interposé entre cette tige et vous.

Pendant que cette tige oscillait, l'air de cette salle n'est pas demeuré en repos ; les régions avoisinant immédiatement la tige ont épousé son mouvement et elles ont communiqué ce mouvement tout autour d'elles, et cela de proche en proche jusqu'à atteindre votre oreille.

L'air entre cette tige et vous s'est donc mise en mouvement et ses différentes parties se sont déplacées de part et d'autre de leur position première un grand nombre de fois à la seconde. On donne à ce mouvement de l'air le nom de *mouvement vibratoire*. On dit que l'air est entré en *vibration*.

Il s'est passé au sein de l'air quelque chose d'analogue à ce qui a eu lieu à la surface d'un liquide dont on vient troubler le repos périodiquement en un point, à ce qui se passe par exemple à la surface de l'eau contenue dans ce vase dont je viens de frapper les parois.

Ce mouvement est bien connu des pêcheurs à la ligne, c'est celui précurseur de l'espoir d'une prise. Au moment où le poisson s'attarde à frôler l'amorce, il communique au bouchon qui jusqu'alors restait immobile une série d'oscillations qui se manifestent par l'apparition de rides circulaires concentriques à la surface de l'eau. On dit que du bouchon comme centre part un *mouvement ondulatoire*.

Et ces ondulations de l'eau ne produisent à la surface aucun courant, elles ont seulement pour effet d'élever ou d'abaisser successivement chaque particule d'eau de part et d'autre de sa position première, comme l'indiquent fort nettement les corps légers qui flottent à la surface. Ces corps se contentent au passage des ondes successives qui les atteignent de vibrer avec elles sans être nullement éloignés du bouchon qui leur fait partager ainsi et leur envoie à distance son mouvement.

Vous connaissez tous le diapason, cette petite tige

de métal contournée en fourche, fixée en son milieu et qui, heurtée rend un son. Je frappe ce diapason, il se met à vibrer, vous entendez un son. Mais alors que le mouvement sonore vous est tout d'abord parvenu dès le premier instant, net, fort, nourri, il ne tarde pas à décroître graduellement, obligeant votre oreille à y apporter une attention soutenue pour le suivre plus ou moins longtemps. L'impulsion donnée au diapason s'est peu à peu éteinte, amortie, et l'appareil ne se montre plus capable d'impressionner votre oreille tant qu'un nouveau choc ne vient pas le remettre en mouvement.

Au lieu d'attendre que le mouvement du diapason se soit ainsi amorti, admettez que, de temps à autre, à des intervalles de temps égaux par exemple et suffisamment rapprochés, je vienne redonner par des chocs successifs une impulsion nouvelle au diapason, et vous allez entendre un son continu, également fort, également nourri à chaque instant. La masse d'air de cette salle entrera en vibration, et il vous sera dès lors facile de faire tout à loisir l'étude de la propagation du mouvement sonore autour de ce diapason.

A la fin de 1888, Henrick Hertz (1) réalisa à Bonn des expériences dans lesquelles il produisait des actions électriques assez rapides pour se propager successivement de proche en proche autour des points où elles avaient pris naissance.

Il lui suffit pour cela de disposer côte à côte deux

---

(1) H. Hertz, Recherches sur les ondulations électriques, *Archives des Sciences physiques et naturelles de Genève*, avril 1889.

plaques métalliques carrées de 40 centimètres de côté, portant chacune une tige conductrice terminée par une boule de cuivre. Les boules ainsi fixées à ces plaques se trouvaient à quelques millimètres l'une de l'autre.

Ces deux conducteurs constituent dans leur ensemble un condensateur électrique.

Si l'on vient à mettre cet appareil en communication avec une source d'électricité, les plaques vont se charger ; puis, une fois chargées, grâce à la faible distance des boules, elles se déchargeront l'une sur l'autre en produisant à cette interruption une étincelle.

Eh bien, si l'on a eu soin de choisir convenablement les dimensions de ces plaques, la décharge qui s'effectuera entre ces deux boules présentera le caractère de ce que l'on nomme une décharge oscillante. C'est-à-dire qu'au lieu de se produire en un seul temps, d'une des plaques à l'autre, le mouvement électrique se produira de la première plaque à la seconde, puis reviendra de la seconde à la première, pour continuer de la première à la seconde, et cela jusqu'à ce que la décharge de l'appareil soit complète.

Il se produira un va-et-vient entre les deux plaques durant tout le temps de la décharge, analogue au mouvement de va-et-vient de la lame qui s'infléchissait il y a un instant.

En un mot il se produira là de véritables oscillations électriques. Pendant la décharge, l'électricité sera pour ainsi dire ballottée un très grand nombre de fois de l'une des plaques à l'autre.

Et la période de ces oscillations, c'est-à-dire le temps

de chaque allée et venue de ce mouvement électrique, est égale à *un billionième* de seconde.

Ainsi donc voici un condensateur qui se présente à nous comme un véritable diapason électrique, qui, une fois chargé, va effectuer une vibration électrique intense pendant le billionième d'une seconde, une deuxième vibration moins intense aura lieu pendant le billionième de seconde suivant, une troisième vibration plus faible encore se produira pendant le troisième billionième, et vous concevez aisément qu'à ce régime cet appareil ne tardera pas à revenir au repos.

Alors que tout à l'heure pour entretenir ce diapason et lui faire rendre un son continu il nous suffisait de venir le heurter à nouveau toutes les secondes, si nous voulons entretenir électriquement cet appareil il va falloir le recharger tous les deux ou trois billionièmes de seconde, c'est-à-dire lui donner *300 millions* au moins de charges par seconde.

Il semble que ce soit un défi jeté à la physique expérimentale que de venir lui demander de renouveler la même opération un nombre aussi colossal de fois en un si court instant.

Quelle que soit la rapidité que l'on donne en effet à un système d'interrupteurs, il est évident que tout moyen mécanique échouera ici.

Quel est donc l'agent qui manifestera une souplesse assez grande pour venir animer d'une manière continue un appareil aussi prompt à revenir au repos, si prodigue de la décharge qu'on lui donne qu'il la dissipe à peine l'a t-il reçue ?

Eh bien, c'est à l'étincelle électrique elle-même pro-

duite dans des conditions spéciales que Hertz demanda la réalisation d'un aussi délicat problème.

Et c'est dans la simplicité même de cette solution que se montrent complètes la sagacité et l'ingéniosité de l'habile expérimentateur allemand.

Il lui suffit, en effet, de réunir chacune des plaques de son appareil, que nous appellerons dorénavant l'*excitateur*, aux deux bornes d'une bobine de Ruhmkorff pour l'entretenir d'une manière continue.

La bobine de Ruhmkorff dont voici un très fort modèle qui a été très aimablement mis à ma disposition par M. le Proviseur du Lycée de La Rochelle, est une vraie source d'électricité, et elle fournit l'électricité qu'on lui emprunte en même temps en grande quantité et aussi à haut potentiel. Je m'explique : elle agit à la manière dont un réservoir d'eau placé en un lieu très élevé entretiendrait un courant liquide dans une conduite de grand diamètre.

En même temps que le courant d'eau serait rapide grâce à l'élévation du réservoir, le débit serait aussi considérable grâce au fort diamètre de la conduite.

Par ce double caractère présenté par cette source d'électricité, la bobine de Ruhmkorff va pouvoir entretenir d'une manière continue cet excitateur.

Pour bien vous montrer la différence qui existe entre l'électricité que manifeste la bobine seule et celle qui se produit entre les deux boules de l'excitateur de Hertz, je vais faire successivement fonctionner ces deux appareils devant vos yeux.

Voici l'étincelle de la bobine, tant par la longueur qu'elle affecte que par la continuité avec laquelle elle

éclate : elle vous montre bien quelle source intense d'électricité est cet appareil. Remarquez la teinte bleuâtre qu'affecte cette étincelle.

Réunissons la bobine à l'excitateur et portez maintenant vos regards entre ces deux boules. Si vous comparez la manifestation lumineuse qui a lieu ici à celle de tout à l'heure, vous voyez que l'étincelle offre ici un caractère tout différent. De grêle et bleuâtre qu'elle était, l'étincelle est devenue fournie et blanche, fournie même au point d'affecter la forme d'une sorte de gerbe de flammes. C'est là le caractère de l'étincelle oscillante.

De cette étincelle comme centre partent actuellement une succession ininterrompue d'oscillations électriques qui se propagent tout autour dans cette salle, et, bien que rien encore ne vous en avertisse, vous êtes en ce moment baignés d'ondes électriques, comme tout à l'heure encore vous étiez entourés des ondes sonores excitées dans l'air de cette salle par le diapason que j'entretenais en vibration.

Pour vous montrer que cet appareil est bien actuellement le producteur d'ondes électriques se propageant tout à l'entour, il va me suffire de disposer dans son voisinage une sorte d'oreille électrique, un dispositif qui soit sensible à ces ondes, comme votre oreille est sensible aux ondes sonores.

Un simple cercle de cuivre coupé en un point suffira. Disposé aux environs de cet excitateur, ce cercle va manifester à sa coupure une étincelle, qui épousera toutes les variations même de l'étincelle de l'excitateur,

et qui manifestera ainsi la propagation du mouvement électrique à travers l'espace autour de cet appareil.

Mais la petite étincelle qui se manifeste ainsi à l'interruption de ce cercle de cuivre, qu'on appelle un *résonateur électrique*, indiquant ainsi sa propriété de fonctionner sous l'influence de cette sorte de diapason électrique qu'est l'excitateur, cette étincelle est trop petite pour pouvoir être aperçue de vous. Heureusement il est d'autres moyens de vous démontrer l'existence actuelle de ces ondes électriques.

Je pourrais, par exemple, les faire entendre pour ainsi dire à chacun de vous : il me suffirait pour cela de rompre en une région ce cercle résonateur et de substituer au morceau de métal enlevé le circuit d'un téléphone ; un bourdonnement très appréciable de la plaque du téléphone manifesterait à votre oreille, sous forme de son, le passage des ondes électriques.

Ce serait encore là, malgré sa grande délicatesse, un moyen peu commode de démonstration pour un nombreux auditoire. Je me contenterai donc de vous le signaler.

Mais prenons ces tubes de verre qui vont nous fournir autant d'appareils de démonstrations simples et commodes en même temps.

Ces tubes ont été purgés d'air le plus complètement possible. Il ne reste plus à leur intérieur qu'une très faible partie du gaz qu'ils contenaient avant qu'on les soumette à l'action d'une puissante pompe pneumatique.

Le résidu gazeux qu'ils présentent est le millième ou le dix millième du volume de gaz qu'ils contien-

draient, si on mettait leur intérieur en communication avec l'atmosphère.

Eh bien, ces tubes vont constituer d'excellents résonateurs électriques, bien propres à vous démontrer la présence autour des plaques de cet appareil des ondes électriques qu'il émet.

Il me suffit, en effet, d'approcher l'un de ces tubes de la plaque de cet appareil pour qu'il s'illumine à son intérieur. Or, remarquez bien qu'aucune communication métallique n'existe en ce moment entre cette plaque et ce tube.

Voici d'ailleurs un autre tube qui est soutenu par des fils de soie, qui ne possède donc pas pour être mis en relation avec la plaque par l'intermédiaire du sol le secours de la main. Il ne s'en illumine pas moins au voisinage de cette plaque.

Comme vous le voyez, je suis obligé pour produire dans le tube une illumination notable d'approcher assez près de la plaque, sans cependant la toucher, le tube sur lequel j'opère.

Pour pouvoir vous montrer sous sa forme la plus simple l'excitateur de Hertz, j'ai en effet ici sacrifié un peu de sa puissance.

Mais voici d'autre part un dispositif imaginé par M. Tesla que je ne m'attarderai pas à vous décrire : il ne fait d'ailleurs qu'exagérer les ondes hertziennes, en les produisant avec une période encore plus grande. Ce dispositif va me permettre de répéter plus commodément et de façon à ce qu'elle soit facilement aperçue par chacun de vous l'expérience précédente.

Ici, ce sont ces plaques de tôle qui sont le siège et l'origine des ondes électriques. Quatre de ces plaques réunies entre elles par des fils sont disposées en divers points de cette salle et, comme vous le voyez, il suffit d'approcher de leur voisinage les tubes à gaz raréfié pour qu'ils s'illuminent en présentant des figures lumineuses variées suivant les formes mêmes que l'imagination du constructeur de ces vaisseaux leur a capricieusement données.

Les couleurs différentes qu'affectent ces tubes et qui augmentent la diversité d'aspect de ces curieuses expériences sont dues à des substances fluorescentes dont on a recouvert la surface interne du verre.

Non seulement ces tubes où le vide a été fait avec un soin tout particulier, s'illuminent au voisinage de ces plaques, mais ces lampes à incandescence, qui constituent des ampoules de verre que l'on a plus ou moins soigneusement purgées d'air, sont susceptibles d'acquérir dans tout leur intérieur une luminosité bleuâtre plus ou moins vive, mais qui met bien nettement en évidence la propagation des ondes électriques à partir de ces plaques.

Voici enfin un tube analogue aux précédents, mais de bien plus grandes dimensions Concentrons sur lui toute la puissance de notre appareil et nous allons obtenir son illumination dans toute sa longueur, sans cependant qu'aucune communication métallique n'ait été ménagée entre lui et ces plaques.

Eh bien, il y a dans ces simples expériences le prin-

cipe d'une des nombreuses applications des oscillations électriques.

Puisque l'on parvient à illuminer ainsi à distance ces tubes de verre, ne peut-on espérer en exagérant la puissance des dispositifs arriver à produire d'une façon plus brillante et sur une plus grande échelle cette illumination au point de pouvoir faire servir ces tubes à notre éclairage ? C'est ce que M. Tesla a préconisé, et si cette application des phénomènes hertziens n'est pas encore devenue pratique on peut espérer qu'elle ne tardera pas à le devenir.

Vous concevez aisément toute la commodité d'un tel éclairage à l'intérieur de nos demeures. La lampe n'étant plus tenue d'être réunie par des fils à une prise de courant, deviendrait libre à l'intérieur de l'appartement et d'un maniement bien plus commode. L'établissement de lignes réunissant soit les caves, soit les combles des maisons avec une usine productrice de cette électricité, suffirait sans qu'on soit obligé de faire pénétrer les fils conducteurs à travers murs et cloisons.

Les expériences que M. Tesla avait entreprises sur ce sujet ont été malheureusement interrompues par un incendie qui a détruit le laboratoire du chercheur américain. Il y a lieu d'espérer toutefois l'application prochaine de ce mode d'éclairage qui joint à la curieuse propriété de se manifester à distance, celle de n'utiliser que les radiations réellement lumineuses et non accompagnées du dégagement de chaleur qui constitue toujours une perte de travail. Cet éclairage joindrait donc à ses autres avantages, celui fort précieux, d'être très économique.

Voici une première application possible des oscilla-

tions électriques : l'éclairage. Il est un autre domaine d'applications pratiques dans lequel, si je ne m'abuse, les oscillations électriques sont susceptibles de rendre de très nombreux et fort intéressants services, c'est celui de la télégraphie.

Et d'abord cette possibilité d'actionner à distance sans conducteurs interposés un de ces tubes ou un de ces cercles de cuivre, fait immédiatement penser à la solution, par ce phénomène, du problème de la télégraphie sans fil.

Cette question du télégraphe sans fils défraie aujourd'hui la chronique scientifique de tous nos journaux quotidiens ; vous seriez justement étonnés, Messieurs, si, en vous présentant les principes mêmes sur lesquels elle repose, je la passais sous silence. Permettez-moi d'arrêter ici un moment votre attention.

Hertz est mort en 1892, laissant à l'état de projets toute une série d'études à faire sur les phénomènes qu'il avait découverts.

En 1896, un jeune italien a rempli les publications quotidiennes et de vulgarisation du bruit de son nom et d'expériences (qu'il alla même jusqu'à faire breveter) qui n'étaient autres que la copie de celles réalisées à Bonn par Hertz dès 1889.

Si bien que pendant quelque temps on débaptisa les oscillations électriques du nom de celui qui les avait le premier découvertes, du nom du regretté physicien de Bonn, plaçant ainsi presque de pair le jeune italien, habile constructeur, et le savant chercheur allemand, comme si Hertz ne dominait pas, et de bien haut, tous ceux qui, à quelque titre que ce soit, ont répété ou perfectionné ses expériences. Seuls, les hommes de

génie sont aptes à découvrir de pareils champs d'études, si féconds en applications : les exploiter demeure ensuite une tâche relativement facile.

Des protestations partant de physiciens autorisés se sont d'ailleurs déjà fait entendre : c'est ainsi que lord Rayleigh s'éleva dans le *Philosophical Magazine* contre cette dénomination erronée des oscillations hertziennes.

Peu après, M. Branly revendiquait avec raison l'invention d'un dispositif employé dans la télégraphie sans fils, le tube radio-conducteur.

Enfin, on fit remarquer que, bien avant 1896, M. Popoff avait eu l'idée, en Russie, d'appliquer les oscillations hertziennes à la communication sans fils à petite distance.

De nombreuses expériences sont tous les jours encore continuées sur cette application des ondulations électriques. Elles ne laissent pas d'intéresser au plus haut point ceux qui prennent au pied de la lettre ces mots de télégraphes sans fils.

S'il s'agit en effet de permettre la mise en communication de points difficilement accessibles, comme les bateaux-phares et la côte, mais situés à de petites distances, la télégraphie hertzienne sans fils peut, sans nul doute, rendre des services. Et je ne saurais trop attirer votre attention sur l'élégance même de cette application permettant en somme, sans aucun conducteur interposé, la communication entre deux points éloignés. Je crains toutefois qu'on ait exagéré un peu la portée de cette application. Il ne faudrait pas oublier non plus que la télégraphie optique s'est jouée déjà depuis longtemps (tout en restant un mode de communication à petite distance) des distances que franchis-

sent encore bien péniblement les ondulations électriques. C'est ainsi qu'en Algérie la télégraphie militaire optique assure la communication entre des postes éloignés de près de 100 kilomètres.

Et ce n'est pas d'aujourd'hui que date la communication optique entre deux points modérément éloignés. Arago, vers 1835, se servait de signaux lumineux échangés entre l'Espagne et le Maroc pour rattacher le réseau géodésique du continent à celui entrepris sur la terre africaine.

D'ailleurs, si dans toutes les expériences faites sur la télégraphie sans fils on avait parallèlement établi au poste transmetteur une puissante sirène et au poste d'arrivée un résonateur Helmotz accordé sur la note acoustique que donnait la sirène, on eût obtenu, à bien moins de frais, sur les mêmes distances de la télégraphie acoustique sans tubes et enregistré des résultats comparables en tout point à ceux fournis par l'emploi des oscillations électriques.

Mais, qu'il s'agisse de faire réellement de la télégraphie, c'est-à-dire de permettre la communication rapide entre deux points aussi éloignés qu'on veut pris à la surface de la terre, et ces divers systèmes de télégraphes sans corps interposés, qu'ils soient optiques, électriques ou acoustiques, tombent tous forcément en défaut.

Lorsqu'on prononce aujourd'hui le mot de télégraphie, l'esprit se reporte aussitôt à cette merveilleuse application de l'électricité qui permet à toute heure le transport de la pensée d'une rive à l'autre des océans. Eh bien, on se représente difficilement un télégraphe

sans fils entre Brest et New-York, Paris et Saint-Pétersbourg.

C'est qu'en effet il y a à la base de tous ces systèmes un vice inhérent à leur disposition même, qui, dès qu'on se propose la réunion de points par trop éloignés, ne donne plus aucun intérêt à ces essais et assimile les efforts tentés au projet naïf que ferait un enfant qui, muni d'un sifflet, prétendrait se faire entendre à n'importe quelle distance.

Quelques précautions en effet que vous preniez pour concentrer en un faisceau parallèle l'émission d'une source ou lumineuse ou sonore à une distance plus ou moins grande, il arrive que le faisceau devient conique, et dès lors l'énergie du mouvement qu'il propage en un point décroît proportionnellement au carré de la distance de ce point à la source.

C'est ainsi que, malgré tous les perfectionnements qu'on y a apportés, nos phares sont bien incapables de porter leur lumière à des distances qui sont les moindres de celles que franchissent nos télégraphes.

Or, les ondulations lumineuses hypothétiques sont de l'ordre du millième de millimètre, et cependant les miroirs qui les concentrent n'arrivent pas à en assurer le parallélisme, passé quelques vingtaines de kilomètres. — Quelles difficultés n'éprouvera-t-on pas à concentrer les ondulations électriques qui affectent, elles, au moins 50 à 60 cent. de longueur? — Quels monstrueux miroirs ne faudrait-il pas?

Il est donc impossible d'éviter cette obligation d'avoir à quadrupler la puissance de l'appareil transmetteur pour lui permettre d'atteindre une distance double, à la rendre neuf fois plus grande pour tripler cette dis-

tance, etc. — Le calcul montre qu'avec les dispositifs dont on se sert dans les expériences actuelles dites de télégraphie sans fils, pour franchir la distance de Bordeaux à Paris, il faudrait employer une bobine de Ruhmkorff de près de un kilomètre de long.

Vous voyez déjà les gigantesques appareils auxquels il faudrait avoir recours pour arriver au même résultat qu'obtient le simple électro-aimant de nos télégraphes, armé d'une bien faible pile.

On se trouve donc, dès qu'on veut rester dans le domaine de la pratique, ramené à rétablir le fil entre les deux postes à mettre en relation, et toute télégraphie sans fils devient illusoire dès qu'il s'agit de distances un peu considérables.

Mais, s'il faut toujours un nouveau fil pour relier deux points déterminés, l'essor même de la télégraphie et de la téléphonie se trouvera vite arrêté par la gêne que ne manqueront pas de produire les réseaux trop nombreux qui déjà semblent englober les grands centres comme dans une sorte de filet métallique.

Eh bien, si les oscillations électriques ne sont pas plus susceptibles que les émissions sonores ou lumineuses de résoudre le problème d'ailleurs insoluble de la télégraphie sans fils pris au pied de la lettre — convenablement utilisées en télégraphie — elles se montrent susceptibles de résoudre d'une façon générale le problème de la multicommunication et par là de réduire au nombre minimum les conducteurs assurant la transmission en tout point.

Ce problème de la multicommunication en télégraphie, envisagé dans toute sa généralité, se pose de la manière suivante : Etant donné une série de villes à

mettre en relation soit télégraphiques, soit téléphoniques, Paris-Orléans-Tours-Poitiers-Niort-La Rochelle et Bordeaux, par exemple, imaginer un dispositif tel qu'un seul fil métallique tendu de Paris à Bordeaux et passant par les villes intermédiaires, permette au même instant de communiquer de Paris à Orléans, de Paris à Tours, de Paris à Poitiers..., et d'une manière plus générale de l'une quelconque de ces villes à une autre et cela simultanément.

Ce problème semble inextricable. — Dès que la télégraphie se fut généralisée, on tenta des solutions partielles de cette question. — C'est ainsi que les systèmes dits multiplex permettent, comme le duplex par exemple, la transmission et la réception simultanée d'un télégramme, ou comme le quadruplex la réalisation en double de cette double transmission.

C'est aussi dans un but analogue que furent constitués les appareils à transmission rapide qui utilisent tous le synchronisme dont les divers dispositifs ingénieux de M. Baudot offrent de si intéressantes applications. Toutefois ces appareils mêmes n'arrivent pas à effectuer en réalité de la télégraphie simultanée, mais à rendre le plus rapprochées possibles les communications successives des divers manipulateurs et récepteurs couplés sur la même ligne.

Pour arriver à la solution générale de la multicommunication télégraphique telle que je la posais tout à l'heure il faut rejeter, je crois, tout dispositif mécanique basé sur le synchronisme : la rapidité des mouvements synchrones croissant bien vite avec le nombre de postes et de villes à desservir, et la qualité de ce synchronisme devenant illusoire pour de trop grandes

vitesses. — Il faut donc utiliser ici exclusivement des phénomènes physiques, seuls susceptibles de présenter la souplesse nécessaire pour répondre aux nombreuses exigences du problème posé.

Déjà, en 1860, l'abbé Laborde avait songé à obtenir un appareil multiplex en utilisant les ondes sonores et les transportant électriquement d'un lieu à un autre.

Le principe établi par l'abbé Laborde fut utilisé peu de temps après dans le télégraphe multiple de Paul Lacour, de Copenhague, qui établissait à la station de départ une série de diapasons donnant des notes différentes et entretenant sur la ligne une série de courants intermittents. A l'arrivée ces courants intermittents venaient actionner des diapasons, copie de ceux disposés au départ, chaque diapason-manipulateur actionnant le diapason-récepteur identique qui lui était associé. Le triage des transmissions se trouvait ainsi assuré.

Tout récemment M. Mercadier a réalisé un dispositif basé sur un principe analogue, le duodéciplex, qui permet l'entretien simultané et indépendant à l'aide de douze diapasons de tonalité différente, de douze plaques vibrantes associées à ces diapasons.

Toutefois l'emploi des ondes sonores ne permet que l'émission de signaux de longue ou courte durée, et oblige la traduction des télégrammes en signaux Morse. — Il semble difficile de les employer à l'entretien sur une même ligne d'appareils télégraphiques de système quelconque : Morse, Hughes, téléphones...

Les ondulations électriques au contraire, grâce au fonctionnement que présente un résonateur de Hertz à coupure, semblent susceptibles de résoudre le pro-

blème de la multicommunication envisagé dans toute sa généralité.

Elles peuvent en effet être concentrées et se propager le long d'un fil dans une direction privilégiée.

Il y a un instant, ce cercle de cuivre manifestait les ondulations électriques produites par cet excitateur, en montrant à son interruption une étincelle.

Si nous déplaçons ce cercle résonateur tout le long d'un fil qui, tendu, concentre suivant sa direction le champ des oscillations, nous verrons ce cercle résonner électriquement à 2^m, à 4^m, à 6^m de l'appareil, alors qu'il restera sans étincelles à 1^m, à 3^m, à 5^m.

Pareillement ce second cercle plus petit éprouvera ces alternatives de fonctionnement et d'extinction non plus tous les mètres, mais tous les 60 centimètres.

Et d'une façon générale, une série de cercles résonateurs différents placés ainsi dans le champ seront susceptibles de fonctionner à des distances différentes pour chacun d'eux.

On exprime ce fait en disant que l'excitateur de Hertz émet des ondulations à résonance multiple, entendant par là qu'il est le centre de toute une gamme d'ondulations de longueurs d'onde différentes.

Et dans ce cortège de vibrations chaque cercle de cuivre reconnaît la sienne et la renforce, sourd qu'il est à toutes les autres.

Sans qu'il me soit utile d'entrer dans les détails des dispositifs un peu compliqués qui permettent d'utiliser ce phénomène à la télégraphie multiple, vous comprenez aisément qu'en munissant chacune des villes à desservir d'un cercle résonateur particulier et différent pour chacune d'elles, on pourra à volonté com-

muniquer avec l'une quelconque de ces villes. Il suffira pour cela d'arriver à n'émettre sur la ligne que celles des vibrations électriques susceptibles d'être renforcées par les résonateurs qu'on veut influencer.

Une analyse un peu complète du champ hertzien, concentré par un fil unique et par deux fils (1), rend relativement facile la solution de cette partie du problème.

Une fois qu'on est arrivé ainsi à faire fonctionner à distance un résonateur choisi à volonté, il n'est plus difficile d'actionner à son aide un appareil télégraphique. Il suffit en effet de mettre à profit cette observation qu'un cercle présentant une coupure fonctionne comme un cercle complet (2) et d'intercaler dans cette coupure une pile locale et l'appareil à influencer.

Sans insister plus longtemps sur tous ces détails, il me suffira de vous faire saisir par une comparaison prise dans le domaine de l'acoustique le fonctionnement général de ce dispositif.

Imaginez qu'au lieu d'un fil ce soit une sorte de tuyau acoustique qui relie les diverses villes qu'il s'agit de mettre en communication simultanée, et que chacune des villes pour communiquer avec une autre envoie une note déterminée de la gamme.

Prenons, pour simplifier, Paris, La Rochelle et Bordeaux.

Qu'il soit convenu que Bordeaux, pour communiquer avec Paris, enverra des signaux modulés sur la note

---

(1) A. Turpain. — Comptes rendus de l'Académie des sciences, 28 mars 1898. — Procès-verbaux de la Société des sciences physiques et naturelles de Bordeaux, 31 mars et 23 juin 1898.

(2) A. Turpain. —Procès-verbaux de la Société des sciences physiques et naturelles de Bordeaux, 4 avril 1895.

sol et que la communication de La Rochelle se fera au contraire sur la note *la*.

Les appareils chargés de recevoir ces sons, analogues aux cercles de tout à l'heure, sont ici des résonateurs acoustiques. Ce sont des sortes de caisses sonores dont le volume a été calculé de façon qu'elles n'entrent en vibration qu'au passage de la note pour laquelle ils ont été construits.

Si on écoute à Paris à l'aide du résonateur *sol* on ne pourra entendre les transmissions de Bordeaux envoyées sur la note *la*; car l'appareil à l'aide duquel on écoute est sourd pour le *la*, mais il entend parfaitement le *sol*. Aussi, en même temps que les signaux destinés à Paris seront ainsi reçus, ceux destinés à La Rochelle et modulés sur le *la* auront été captés au passage par votre ville qui est munie d'un appareil entendant fort bien le *la*, mais sourd au *sol*. Dans le groupe de vibrations sonores émises par Bordeaux et propagées ensemble le long du tuyau, chacune des deux villes, La Rochelle et Paris, aura retenu celles qui leur sont respectivement destinées et rejeté les autres.

En définitive, toutes les communications chemineront bien ensemble dans le tuyau acoustique ou sur le fil conducteur, mais elles seront pour ainsi dire tamisées au passage de chaque ville, et seule la communication destinée à cette ville traversera l'espèce de crible que réalise le dispositif relatif à cette ville, laissant les autres ondulations continuer leur chemin pour être à leur tour reconnues et absorbées par les résonateurs qui leur sont appropriés.

Telle est dans ses lignes générales l'application des oscillations électriques à ce problème assez complexe

de la multicommunication télégraphique. En somme, elle est relativement simple. Pour me servir d'une image un peu grossière sans doute, mais susceptible d'être plus aisément suivie, les différents postes échelonnés sur ce fil communiquent entre eux comme le feraient diverses personnes de nationalité différente qui s'entretiendraient dans une même salle par couples parlant deux à deux une seule langue. Bien que l'air qui les environne amène à chaque oreille toutes les conversations échangées, les oreilles françaises seules saisiront les conversations françaises, sans rien comprendre aux autres paroles échangées. Les oreilles anglaises feront de même relativement aux conversations échangées en cette langue, et il en sera ainsi pour chaque idiome prononcé.

La résolution de ce problème de la multicommunication télégraphique est intéressante non seulement en ce qu'elle permet de réduire au minimum le nombre des fils à établir entre diverses localités, mais aussi en ce que, par là, elle permet de généraliser encore et l'emploi de la télégraphie et le rendement des fils existants.

De plus, appliquée à la téléphonie, elle se montrera capable de permettre la mise en relation simultanée de tous les abonnés d'un réseau, supprimant ou tout au moins réduisant dans une large part le travail des postes centraux.

Enfin, il est un dernier domaine où, bien qu'elles n'aient pour ainsi dire encore pas pénétré, les ondulations électriques sont susceptibles d'être appliquées. Je veux faire allusion au problème de la *téléphotie*.

Mais je dois vous dire qu'à ce jour encore les oscillations hertziennes n'ont point résolu le problème : on ne peut donc tout au plus que prévoir leur emploi, leur utilisation dans cette question.

Vous avez presque tous fait ou vu faire de la photographie, et vous avez admiré souvent sur la glace dépolie de votre appareil mis au point la fidélité avec laquelle se trouvaient peints jusqu'aux moindres détails les objets placés dans le champ.

Depuis plusieurs années, d'audacieux esprits ont cherché à transporter à distance cette image de la chambre noire.

Bien entendu, ici encore, on s'est adressé à la fée Electricité.

Mais tous les efforts tentés dans cette voie ou bien ont échoué, ou bien ont abouti à des dispositifs souvent d'une étonnante ingéniosité, mais d'une telle délicatesse qu'il semble impossible de les utiliser dans la pratique.

Ne serait-il pas réservé aux phénomènes hertziens de se montrer capables de résoudre complètement la question ?

On semble autorisé par le caractère ondulatoire de ces phénomènes, à pencher pour l'affirmative.

Toutefois, il faut se garder en application d'être par avance trop affirmatif, et c'est simplement en exprimant l'espoir de voir cette branche de l'électricité, les oscillations hertziennes, compter aussi la résolution de cette question au nombre de leurs applications, que je finirai ce trop long entretien.

Le conférencier termine en remerciant les membres

de la *Société des sciences* de La Rochelle de l'accueil qu'ils lui ont fait ; il adresse en particulier ses remerciements aux vice-présidents de la Société, MM. Meyer et Bernard, et à son trésorier, M. Couneau, qui s'entend d'une façon si complète à organiser ces réunions.

Il remercie également M. Piettre, professeur de physique au Lycée de La Rochelle, qui a mis à sa disposition les ressources de son laboratoire et a bien voulu l'aider de son précieux concours.

La Rochelle, juin 1898.

—— :o: ——

UN HYBRIDE NOUVEAU.

Le *Conyza ambigua* DC. et l'*Erigeron Canadensis* L., autrefois cultivés au jardin botanique de Rochefort, ont continué à s'y répandre et y abondaient cette année.

Le premier, introduit de l'Amérique méridionale en Europe à une date incertaine, peut-être vers 1724, se trouve sur un grand nombre de points de l'Afrique, de l'Europe méridionale et de la France où il se répand de plus en plus, surtout dans la région méditerranéenne et celle du Sud-Ouest.

Quant à l'*Erigeron Canadensis* L., originaire de l'Amérique septentrionale et mentionné pour la première fois en France, en 1655, par Brunyer (*Catalogue des plantes du jardin de Blois*), il se retrouve aujourd'hui dans toute l'Europe et abonde dans certaines régions.

Parmi ces deux plantes, qui croissaient pêle-mêle, il s'en trouvait une troisième paraissant être le produit d'un croisement. Une étude comparative de ces trois plantes ne me laissa aucun doute à ce sujet.

La présence de cet hybride, à Rochefort, m'a rappelé que M. Neyraut m'avait envoyé de Bordeaux, en 1895, un *Conyza* qui lui paraissait être hybride du *Conyza ambigua* DC. et de l'*Erigeron Canadensis* L., mais les échantillons communiqués étant insuffisants, je n'avais pu me prononcer avec certitude. Aussitôt après

la découverte de ce *Conyza* à Rochefort, j'ai rappelé son envoi à M. Neyraut et l'ai prié de chercher de nouveau cette plante. Dès le lendemain, il m'en envoyait des échantillons qu'il venait de découvrir sur un autre point, à Lassouys, près de Bordeaux.

Voici la description de cet hybride :

× **Conyza mixta** Fouc. et Neyr. ; *C. ambigua* × *Erigeron Canadensis* Neyr. — Tige de 3-4 décimètres, dressée, rude, rameuse au sommet, d'un vert foncé grisâtre. Feuilles rudes, linéaires-lancéolées, entières ou très peu dentées, uninervées, diminuant de largeur de la base au sommet de la tige. Calathides assez petites, formant au sommet de la tige et des rameaux une grappe oblongue peu fournie. Pédoncules filiformes, étalés dressés. Péricline à folioles inégales, linéaires ; les extérieures vertes et poilues ; les intérieures scarieuses au bord. Fleurs de la circonférence femelles, à languettes linéaires, d'un blanc sale ou rosé, dépassant le péricline et à sommet bifide courbé en dehors ; celles du disque jaunes, hermaphrodites. Achaines stériles. Réceptacle alvéolé, fibrillifère. — Juillet-octobre. — (Planche II.)

Cet hybride a l'aspect, la tige, les feuilles du *Conyza ambigua* DC. dont il diffère par ses rameaux moins allongés, par ses calathides plus petites, plus nombreuses, à fleurs dont les ligules sont d'un blanc sale ou rosé et par son réceptable alvéolé.

Il se rapproche de l'*Erigeron Canadensis* L. par ses fleurs à ligule d'un blanc sale ou rosé, par son réceptable alvéolé ; il s'en sépare par son aspect, par ses tiges, par ses rameaux, par son inflorescence et par

ses calathides plus grosses et beaucoup moins nombreuses.

Cette plante se trouvera certainement sur beaucoup d'autres points de la France et des pays où croissent ensemble le *Conyza ambigua* DC. et l'*Erigeron Canadensis* L.

Rochefort, le 15 octobre 1901.

J. Foucaud.

L'AGROSTIS CASTELLANA Boiss. et Reut.

dans l'ouest de la france.

L'*Agrostis Castellana*, que l'on a longtemps cru spécial à la Presqu'île Ibérique, croît aussi dans l'Ouest de la France. Il abonde notamment à la Grande-Maçonne, à Peuneau, près de Saint-Symphorien (Charente-Inférieure), où je l'ai découvert en 1890. Depuis, je l'ai observé, dans le même département, à Saint-Symphorien, à la Petite-Maçonne, au Plantis, à Cadeuil et à Montendre.

En 1898, j'ai recueilli le même *Agrostis* à Saint-Mariens et dans les environs, et M. Neyraut l'a observé à Sauyiac, le 25 juin 1893. Ces localités appartiennent au département de la Gironde.

Cette plante, très variable, a les tiges plus ou moins robustes, les feuilles étroites ou assez larges, enroulées,

en gouttière ou planes, la panicule à rameaux plus ou moins nombreux et de longueur variable.

Elle se distingue de tous les *Agrostis* de la section *Euagrostis*, avec lesquels elle a été confondue, surtout par sa glumelle inférieure munie au sommet de deux pointes sétiformes et par sa glumelle supérieure de moitié moins longue que l'inférieure et profondément divisée au sommet en deux lobes aigus.

A Montendre et à Saint-Mariens, j'ai découvert, croissant avec la var. *mixta* Hackel, la seule observée en France, une autre variété remarquable que je décris sous le nom de var. *multiflora* et qui est ainsi caractérisée :

Tiges épaisses, robustes ; feuilles larges, planes ; panicule atteignant 25 centimètres de longueur, très fournie, à nœuds inférieurs portant jusqu'à 20 rameaux très inégaux ; fleurs nombreuses, à glumelles inférieures toutes ou presque toutes mutiques et portant au sommet deux pointes sétiformes allongées.

Cette variété et la variété *mixta*, et surtout cette dernière, doivent être répandues sur beaucoup d'autres points des terrains sablonneux des landes, des bois de *pins* du Sud-Ouest de la France où croissent peut-être aussi les var. *genuina* et *mutica* Hackel.

Rochefort, le 20 août 1901.

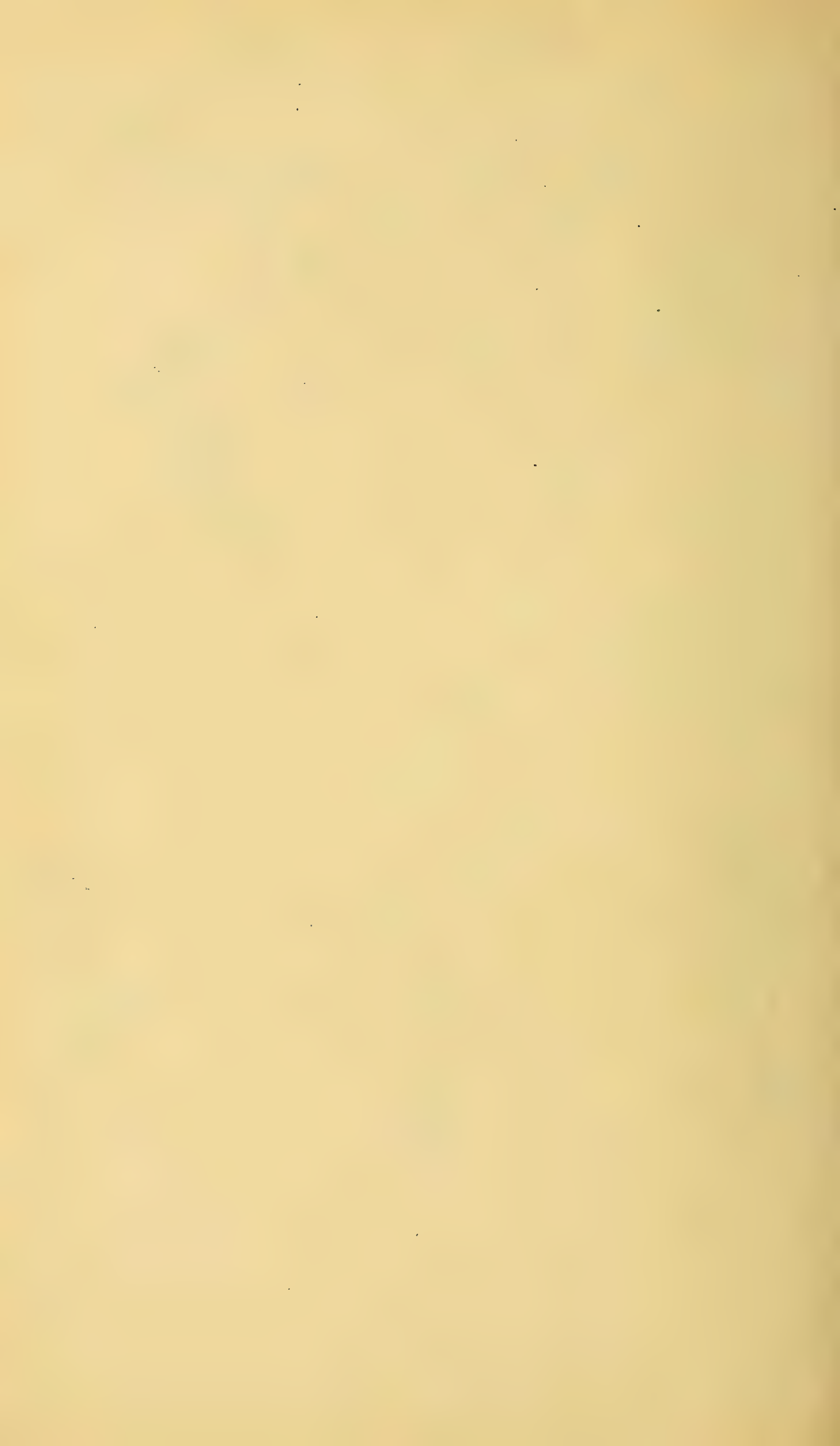
J. Foucaud.



A. CONYZA AMBIGUA D C.

B. × CONYZA MIXTA FOUC. & NEYR.

C. ERIGERON CANADENSIS L.



NOTE

SUR

LE SOUS-SOL PARISIEN

D'APRÈS LES ÉTUDES

De M. Auguste DOLLOT

de 1898 à 1902

Sur les Travaux du Chemin de Fer de Ceinture et du Métropolitain.

Les grands travaux entrepris depuis plusieurs années dans Paris, offrent au géologue de nouveaux champs d'études, très vastes, lui permettant de mieux apprécier par les détails, l'importance des érosions résultant du creusement des vallées.

Avant d'indiquer les résultats acquis par l'examen de tous les terrains traversés par le chemin de fer de Courcelles-Ceinture au Champ de Mars et le Métropolitain, il est bon de rappeler le synchronisme des divers étages du tertiaire dans Paris.

Si l'on examine la carte géologique au 1-80,000e, on remarque que Paris se trouve compris entre l'anticlinal E.-O. passant par Bicêtre, Meudon, Versailles, et le synclinal N.-O.-S.-E. aligné sur Pontoise, Saint-Denis et la vallée de la Marne à Lagny.

Toutes les couches, dans leur ensemble, plongent,

par conséquent, du Sud au Nord, en s'épaississant jusqu'au synclinal de Saint-Denis pour remonter ensuite, en s'amincissant jusqu'à l'anticlinal N.-O.-S.-E. qui jalonne les hauteurs de Survilliers, Dammartin.

Dans l'introduction de la Notice explicative de la carte de Paris, on lit ceci :

« Les grandes érosions des vallées de la Seine, de la
» Marne et de l'Oise ont découpé le massif tertiaire et
» isolé les collines qui dominent la plaine de Paris ;
» elles ont mis à découvert sur les flancs des coteaux
» toute la série des dépôts depuis la craie, à la base,
» jusqu'aux meulières au sommet. »

La *meulière de Beauce* recouvre les collines de Meudon, Châtillon, Montmorency, Cormeilles, le Mont-Valérien ; la butte Montmartre en est dépourvue.

Au-dessous viennent les *sables de Fontainebleau* dont l'épaisseur d'environ 55 mètres à Meudon, Châtillon, n'a que 30 mètres à Montmartre.

La coupe géologique de la butte Montmartre donnée par Brongniart en 1835, est la suivante :

Sables de Fontainebleau (fossilifères à la base) (2 bancs non cotés)........................ 30^{m}00

Marnes à huîtres (fossilifères dans presque tous les bancs), environ..................... 3 20

Marnes correspondant au *traversin de la Brie* (1 banc non coté), environ............. 1 65

Marnes vertes avec sulfate de strontiane, Cythérées, Cerithium plicatum, à la base (2 bancs non cotés), environ................ 4 65

Marnes supragypseuses.................... 13 72

A reporter....... 53^{m}22

Report...........	53^m	22
1re masse du gypse ou haute masse, de 15^m à.........	20	00
Marnes entre la 1re et la 2e masse de gypse (avec cristaux en fer de lance), 4^{m}37 à......	4	56
2e masse du gypse........................	6	02
Marnes entre la 2e et la 3e masse du gypse (un banc non coté)......................	1	38
3e masse du gypse.......................	2	08
dont 7 à 9 zones ondulées, de sélénité laminaire, dans le banc de gypse moyen de 1^{m}40 de hauteur, reposant sur 0^{m}40 de marne blanche avec quelques débris de coquilles.		
Marne à Pholadomia ludensis.	1	00
4e masse du gypse....	2	28
dont un banc de gypse supérieur de 0^{m}57, un banc de gypse inférieur de 0^{m}75 et marnes, calcaires et filet gypseux avec quelques fossiles marins intercalés, 0^{m}96...............		
Ensemble.....	90	54

Cette nomenclature, continuée jusqu'à la craie, se complèterait approximativement comme suit:

Sables verts infragypseux dits de Monceau ou d'Argenteuil, environ..................	1	00
Travertin de Saint-Ouen..................	11	00
Sables moyens (dits de Beauchamp)..........	15	00
Calcaire grossier......................	25	00
Sables nummulitiques du Soissonnais......	18	00
Argile plastique..........................	30	00
Total.........	190	54

Ensuite :

Marnes de Meudon.

Craie blanche à belemnitelles, etc.

Les limons de la Seine reposent sur les *marnes de Meudon* à Grenelle (alt. 20,00 environ) tandis qu'ils ravinent le *Calcaire grossier* au Pont-Neuf, au-dessous de l'alt. + 25,00.

Un forage exécuté rive droite, place Saint-Germain-l'Auxerrois, a traversé le *Calcaire grossier* sur 14 mètres et les *sables du Soissonnais* sur 13 mètres d'épaisseur jusqu'à l'*Argile plastique* qui se trouve, en ce point, à l'alt. — 1,22, tandis qu'à Passy son alt. est + 42 à 45,00.

Sur la rive gauche, à l'angle de la rue de Seine et la rue des Beaux-Arts, un sondage analogue, quoique descendu moins bas, a donné les mêmes résultats.

L'*argile plastique*, dont l'épaisseur est à peu près nulle dans les collines de Meudon, Châtillon, atteint 25 mètres à Passy, au bord de la Seine (chemin de fer de Courcelles au Champ-de-Mars) ; 27 mètres au puits artésien de Passy, 37 mètres au puits artésien de la place Hébert à La Chapelle (au centre du raccordement des chemins de fer du Nord et de l'Est), 50 mètres à Saint-Denis.

Les *sables du Soissonnais,* sans épaisseur à la place de l'Etoile, ont 10 mètres à la gare de l'Est, 10 mètres à Belleville, 21 mètres au forage de la place Hébert.

Le *calcaire grossier* a 25 mètres à Passy. Il atteint 40 mètres à la gare de l'Est et 45 mètres à Belleville.

Les *sables de Beauchamp* qui ne dépassent pas 8 mètres sous la place de l'Etoile, sont réduits à 10 mètres à la gare de l'Est et à 8 mètres à Belleville.

Tout ceci étant rappelé, nous allons examiner comment les divers étages se sont présentés dans les nouvelles fouilles.

Chemin de fer de Courcelles-Ceinture au Champ-de-Mars.

En élargissement de tranchées, entre Courcelles-Ceinture et l'ancien tunnel de Passy, sur 3 kilomètres 650 mètres ; en tunnel jusqu'à la station de Boulainvilliers sur 1 kilomètre + 150 mètres à ciel ouvert sur 100 mètres dans la station de Boulainvilliers et en tunnel sur 300 mètres jusqu'à la Seine.

Ensemble 4,700 mètres de l'origine des travaux, rue Alphonse de Neuville à la Seine.

Les fondations des piles du viaduc sur la Seine ont été descendues dans la *craie sénonienne* à belemnitelles, dont le sommet est à l'altitude + 14 environ. Sous les limons de la Seine l'*argile plastique* était réduite à $1^{m}00$ et les *marnes de Meudon* à 6 à 7 mètres d'épaisseur.

Les voies de la station de Boulainvilliers reposent sur l'*argile plastique*, que le tunnel entame de 5 mètres à sa sortie vers la Seine.

En ce point, la ligne traverse dans l'argile plastique *un ravinement* d'une douzaine de mètres de profondeur, parallèle à la Seine, rempli des débris du calcaire grossier. On s'était cru tout d'abord en présence d'une *faille*.

Deux forages exécutés près de la sortie du tunnel ont

fait connaître que l'*argile plastique*, épaisse de 20 à 25 mètres, repose directement sur les marnes de Meudon.

Le *calcaire grossier*, de même épaisseur, environ 25 mètres, fossilifère, avec de nombreux moulages de *Cerithium giganteum* et autres coquilles de la *Faune de Grignon*, a été traversé en son entier, de la Seine à la Porte-Maillot.

En ce dernier point, les *sables de Beauchamp* apparaissent en surface, s'enfoncent et disparaissent au-delà de la station de Courcelles, sous la rue Alphonse de Neuville, où leur sommet est à 13 mètres en contrebas du sol (altitude 31,20). Leur épaisseur est d'environ 15 mètres.

Le *travertin de Saint-Ouen* dont on n'a pu que constater la base, rue Alphonse de Neuville, est coupé par les anciennes tranchées du chemin de fer jusqu'à la gare Saint-Lazare.

Au-delà, dans Paris, il disparaît assez brusquement sous la place de la Trinité.

Rue de Londres, des fouilles d'immeubles, n°s 12-18, à une centaine de mètres en amont de la place de la Trinité, ont mis à jour le contact du travertin et des sables de Beauchamp à l'altitude 41,00 environ, avec les fossiles supérieurs de Beauchamp.

En résumé, tous les terrains qui viennent d'être examinés, s'infléchissant régulièrement vers le synclinal de Saint-Denis, n'ont révélé d'autre trace profonde de corrosion que celle du ravinement latéral à la Seine.

Chemin de fer Métropolitain.

Ligne n° 1. Entre la Porte Maillot et la Porte de Vincennes, rive droite.

En tunnel sur tout son parcours, d'environ 10 kilomètres, sauf la courte traversée du canal Saint-Martin à la Bastille.

Cette ligne, qui traverse Paris dans son plus grand diamètre, n'a présenté d'intérêt réel que sur un parcours restreint, entre la Porte Maillot et le rond-point des Champs-Elysées.

Son origine, Porte Maillot, est dans le *calcaire grossier supérieur.*

Sous la Place de l'Etoile, les *sables de Beauchamp* ont été traversés dans toute leur hauteur en raison des deux tunnels superposés, celui inférieur entamant le *Calcaire grossier supérieur* et les accès à celui supérieur recoupant la base du *Travertin de Saint-Ouen* sur une très faible épaisseur.

Les *sables de Beauchamp* disparaissent par affaissements successifs, séparés par des failles, Avenue des Champs-Elysées, sous les *alluvions anciennes* de la Seine.

Le *Calcaire grossier supérieur* n'a été touché que faiblement, Place de la Concorde et Place du Chatelet.

Partout ailleurs, ce ne sont qu'alluvions graveleuses et sableuses ou mélange informe de marnes bariolées, sables, etc., venant des couches disparues et remaniées de longue date par les eaux.

Sous la Place de l'Etoile, les *sables de Beauchamp* argileux, peu fossilifères, sont divisés, à peu près au milieu de l'étage, dans toute leur étendue, par une veine de marne blanche de 0,10 environ d'épaisseur qui a été suivie jusqu'au boulevard de Courcelles.

Place de la Concorde, près de l'entrée des Champs-Elysées on a remarqué, sur le calcaire grossier raviné, un dépôt de bioxyde de manganèse, de peu d'épaisseur, mais s'étendant sur une vingtaine de mètres environ.

Raccordement de l'Etoile au Trocadéro.

En ligne droite sur 1,500 mètres environ.

Au Trocadéro, le tunnel débute dans le *Calcaire grossier* puis se prolonge et finit à l'Etoile dans les *sables de Beauchamp* dont le sommet fossilifère, à un mètre en contrebas du sol à l'origine de l'Avenue Kléber et de l'Avenue des Champs-Elysées, pénètre de 2 mètres environ sous les sommets des Avenues de Wagram et de Mac-Mahon.

La Place du Trocadéro est sensiblement nivelée au sommet du *Calcaire grossier*. Les fouilles importantes des immeubles qui touchent au cimetière de Passy, à l'origine de l'Avenue Henri Martin, ont montré les *sables de Beauchamp* sur toute la hauteur de l'escarpement du cimetière : leur base étant à l'altitude 61.00 environ.

Les couches inférieures de ces sables étaient divisées

par des lits silicieux plus ou moins disloqués, avec moulages de fossiles.

Raccordement de l'Etoile à la Porte Dauphine.

En ligne brisée, sur 1,500 mètres environ de développement de la Place de l'Etoile à la Place Victor Hugo, par l'Avenue Victor Hugo et de cette place à la Porte Dauphine par l'Avenue Bugeaud.

Comme au Trocadéro, cette ligne débute à la Porte Dauphine dans le *Calcaire grossier supérieur* et pénètre dans les *sables de Beauchamp* jusqu'à l'Etoile.

Des fouilles importantes, ouvertes en 1900, Avenue Victor Hugo, n°s 59 à 67 et contigues au réservoir de la Ville, à 400 mètres environ de la Place de l'Etoile, ont mis à jour le contact des *sables de Beauchamp* et du *Travertin de Saint-Ouen* à l'altitude 60,64, soit à environ un mètre au-dessus du sol de l'Avenue.

Ce niveau est en concordance avec les contacts indiqués au cimetière de Passy et à la Place de l'Etoile.

Le compte-rendu qui vient d'être fait au sujet des grandes fouilles nouvelles sillonnant la colline que surmonte l'Arc de Triomphe de l'Etoile, ne change évidemment pas les conclusions qu'on a données depuis longtemps sur le synchronisme des étages géologiques, mais il en précise les limites sur bien des points demeurés invisibles jusqu'alors.

C'est sous une allure très différente que se sont présentées les couches du sol, entre la Place de l'Etoile et celle de la Nation ; nous allons en indiquer les caractères spéciaux.

Chemin de fer Métropolitain.

Ligne n° 2 rive droite. Entre la Place de l'Etoile et la Place de la Nation, par les boulevards extérieurs.

En tunnel sur 4,500 mètres environ entre la Place de l'Etoile et le boulevard Magenta ; en viaduc sur 2,000 mètres entre le boulevard Magenta et la rue de Meaux et en tunnel sur 4,000 mètres de la rue de Meaux à la Place de la Nation. Longueur totale 10 kilomètres 500 mètres environ.

Aperçu général.

Cette ligne se soude à ses deux extrémités : d'une part à la Place de l'Etoile, d'autre part à la Place de la Nation ; la ligne n° 1 formant diamètre de l'arc suivi par la ligne n° 2.

Dans sa plus grande étendue, la voie souterraine se rapproche autant que possible du niveau des boulevards. Elle franchit, en viaduc, l'intervalle de 2 kilomètres, compris entre le boulevard Magenta et la rue de Meaux pour passer au-dessus des chemins de fer du Nord et de l'Est, puis du canal Saint-Martin. Elle touche le sommet des tunnels du chemin de fer de l'Ouest aux Batignolles et s'abaisse, sous l'Avenue de la République, boulevard de Charonne, pour faire place à la ligne transversale n° 3 qui doit, par dessus, le recouper perpendiculairement.

Si l'on examine la carte de Paris, on remarque que cette voie est en contre-bas de la butte Montmartre, à environ les deux tiers de sa hauteur par rapport au

niveau de la Seine et qu'elle présente sa courbure aux deux trouées, de la plaine Monceau d'une part et de la Villette d'autre part.

C'est précisément en raison du niveau de la ligne et de sa position à la base de ces ouvertures que de grandes dénivellations du sol ont pu être observées.

D'un bout à l'autre de cette voie, ce ne sont que des ondulations multiples, et souvent assez courtes, dans tous les sens.

Les travaux de consolidation, au contact des Buttes Montmartre et des Buttes Chaumont, dans la traversée de la base des exploitations du gypse ; les fondations des piles du viaduc et de nombreux puits de sondage, parfois assez profonds, ont permis de retrouver les couches en place et d'en fixer exactement les niveaux.

Les terrains étudiés sont compris entre le *Calcaire grossier supérieur* et la *2e masse du gypse.*

Pour permettre d'apprécier les effets importants de corrosion et de dissolution du sol, par le creusement des vallées, nous allons adopter comme repère de nivellement, les sinuosités des *sables infragypseux*, au-dessous et au-dessus desquels nous indiquerons l'allure des dépôts.

Entre la Place des Ternes et le canal Saint-Martin la ligne est orientée O.-E.

Si l'on se rappelle que cette direction est celle de l'anticlinal de Meudon et du synclinal de Saint-Denis, on en conclura que toutes les couches, suivant par conséquent la direction des plis, devraient être rectilignes.

Il n'en est plus ainsi.

Ondulations des couches.

Adoptons comme repère de nivellement l'altitude 50,00 qui correspond au point le plus élevé du dessous des *sables infragypseux* à la Butte Montmartre, boulevard Rochechouart, rue des Martyrs et voyons ce que devient cette couche, de la Place de l'Etoile à celle de la Nation.

Entre la Place de l'Etoile et le parc Monceau elle n'existe plus.

Au-delà, boulevard de Courcelles et des Batignolles sur un kilomètre environ, jusqu'au chemin de fer de l'Ouest elle débute au parc Monceau à l'altitude 37,00, en face de la Rotonde et se termine à l'altitude 48,00 au chemin de fer de l'Ouest.

Invisible ensuite sur 2 kilomètres, jusqu'au boulevard Magenta, on peut cependant en déduire la position relative assez exactement, boulevards de Clichy et de Rochechouart, d'après les indications du gypse.

A un kilomètre du chemin de fer de l'Ouest, boulevard de Clichy, la couche serait à l'altitude 43,00, remonterait sur 500 mètres jusqu'à la rue des Martyrs, boulevard de Rochechouart, à l'altitude 50 et redescendrait sous le boulevard Magenta à l'altitude 37,00, comme au parc Monceau.

De chaque côté de la Butte Montmartre l'affaissement du sol est donc d'environ 13 mètres.

Boulevard de la Chapelle, de l'altitude 37,00 sous le boulevard Magenta, la couche remonte de 10 mètres sur 500 mètres à l'altitude 47 contre la culée Ouest du pont du chemin de fer du Nord ; redescend de 13 mètres sur 300 mètres à l'altitude 34,00, entre le chemin

de fer du Nord et le chemin de fer de l'Est, puis remonte de 12 mètres sur 400 mètres à l'altitude 45,00 à l'origine du boulevard de la Villette, entre la rue de Château-Landon et la rue de Tanger.

A 400 mètres au-delà, boulevard de la Villette, contre le canal Saint-Martin, à l'Ouest, la couche s'abaisse de 9 mètres à l'altitude 36,00 pour remonter de 4 mètres sur 50 mètres à l'Est du canal à l'altitude 40,00.

Du canal Saint-Martin au carrefour de la rue de Meaux, le boulevard de la Villette se dirige du Nord au Sud, contre les Buttes Chaumont.

De l'altitude 40,00 au canal Saint-Martin, sur 500 mètres environ, les sables infragypseux s'abaissent encore de 9 mètres à l'altitude 31,00, rue de Meaux.

C'est le point le plus bas des inflexions.

Remontant brusquement sur 300 mètres, la couche s'arrête à l'altitude 44,00 rue Burnouf et rue de Loos, boulevard de la Villette.

A partir de ce point, jusqu'à la Place de la nation, les dénivellations deviennent beaucoup moins accentuées.

Avenue de la République, à l'angle du cimetière du Père Lachaise, soit à 1,700 mètres au-delà de la rue Burnouf, la couche est au même niveau, altitude 44,00.

Invisible entre la rue Burnouf et la rue des Cendriers, elle descend en ce dernier point, à 150 mètres avant l'Avenue de la République, à l'altitude 42,00.

Boulevard de Charonne, rue de Terre-Neuve et rue des Vignoles, entre les rues de Charonne-Bagnolet et les rues de Montreuil-Avron, soit à 400 mètres au-delà de l'Avenue de la République le dessous des *sables infragypseux* revient à l'altitude 49,00 comme à la Butte

Montmartre pour redescendre probablement à l'altitude 42,00 au raccordement de la Place de la Nation.

D'après ce qui précède on voit qu'au boulevard Magenta l'affaissement est d'environ....... 13 mètres.

Entre les chemins de fer du Nord et de l'Est, d'environ.......................... 17 mètres.

Contre le canal Saint-Martin à la Villette, d'environ........................ 14 mètres.

Et sous le carrefour de la rue de Meaux, d'environ.............................. 19 mètres.

Sables infragypseux.

Les sables infragypseux dont il vient d'être question ne dépassent pas un mètre d'épaisseur. Ils sont généralement argileux, de couleur clair, verdâtre, d'aspect marneux.

Un banc discontinu de calcaire gris, rarement gréseux, d'épaisseurs très variables de 0,10 à 0,15 centimètres environ, se dédoublant parfois, règne généralement au milieu de la couche.

C'est également au milieu de la couche qu'on a découvert, boulevard de Charonne, dans un espace assez limité, de nombreux moulages de fossiles, de cérithes principalement, sur une épaisseur de 10 centimètres environ.

Partout ailleurs on n'a trouvé, que rarement, une seule espèce de cérithe, toujours la même à l'état de moulage, assez abondante dans la lumachelle du boulevard de Charonne.

Les contacts de la couche infragypseuse étaient formés d'une marne argileuse feuilletée, couleur cho-

colat, d'environ 15 centimètres d'épaisseur avec intercalation de marne blanche ou de calcaire friable gris-blanc sur 0,05 environ d'épaisseur moyenne. Ce faciès a été très constant.

Travertin de Saint-Ouen.

Le travertin de Saint-Ouen présente quelques particularités intéressantes à signaler.

Récurrences marines. — Au parc Monceau, à 0,30 sous les sables infragypseux, au milieu de calcaires gris très durs, il existait un banc de marne argileuse verte, d'environ 0,20 d'épaisseur, avec nombreux moulages de fossiles marins.

Place de la Chapelle, dans un puits de sondage, on a traversé, entre les altitudes 37,50 et 38,15, et deux petits bancs de gypse saccharoïde, une couche de sable bariolé de jaune vert et blanc, également avec des fossiles marins.

Enfin Boulevard de Charonne, à 1 mètre 50 environ en contre bas des sables infragypseux, sous deux bancs de gypse, une petite couche de calcaire gris rubané ou feuilleté, d'environ 0,15 d'épaisseur, contenait des cérithes écrasés.

Indépendamment des récurrences marines qui viennent d'être indiquées, le travertin de Saint-Ouen avait des couches de gypse saccharoïde plus ou moins épaisses, dans toute son étendue, entre le boulevard Magenta et le boulevard de Charonne.

A l'Ouest du chemin de fer du Nord, de petites couches de gypse saccharoïde touchaient presque au sables infragypseux.

Contre la culée Est du pont du chemin de fer du Nord, un puits de sondage, descendu à 30 mètres 80 de profondeur, pénétrant dans les sables de Beauchamp, a traversé une série de couches de gypse saccharoïde dont l'épaisseur totale était d'environ 6 mètres. Plusieurs de ces couches avaient de 0,80 à 1,00 d'épaisseur.

Ceci explique les tentatives d'exploitations anciennes du gypse du travertin, révélées par les puits de sondages voisins.

L'un d'eux, situé à 76 mètres au-delà du chemin de fer du Nord, entre la culée Est du pont et la rue de la Chapelle, a atteint les sables de Beauchamp, à l'altitude 27,20, soit à 28 mètres 50 de profondeur, sans avoir traversé autre chose que des remblais d'anciennes exploitations.

Les échantillons prélevés dans toutes les couches du puits de sondage touchant au chemin de fer du Nord ont démontré que la qualité du gypse du travertin de Saint-Ouen était inférieure à celle de la formation gypseuse supérieure ; d'où sans doute, l'abandon des exploitations en ce point.

Boulevard de la Villette, entre le canal Saint-Martin et la rue de Meaux, les sables infragypseux reposaient sur un banc de gypse saccharoïde d'environ 0,40 d'épaisseur.

Un puits de sondage, situé à 175 mètres du canal, vers la Nation, profond de 25 mètres, avait à sa base une série de couches de gypse saccharoïde mesurant ensemble 2 mètres 75 de hauteur et reposant sur un banc coquiller des sables de Beauchamp. La hauteur du travertin était de 13 mètres.

L'épaisseur du travertin de Saint-Ouen, déterminée par l'altitude 37,00 des sables infragypseux et celle du fond d'un forage 26,25 au parc Monceau serait en ce point d'environ 11 mètres.

Contre le chemin de fer du Nord, cette épaisseur atteint au moins 17 mètres, entre les altitudes 30,27 et 46,77.

La puissance du travertin de Saint-Ouen, n'était connue, dans la région de Paris, que sur une épaisseur uniforme de 10 à 12 mètres ; il y a donc, dans la zône de la Chapelle, une lentille exceptionnelle dont les limites sont sans doute peu éloignées ?

La présence de bancs de gypse saccharoïde avait été signalée déjà dans le travertin de Saint-Ouen.

Messieurs G. Dollfus et Janet ont démontré que la basse masse exploitée à Bagneux appartenait à cet étage. (Bulletin de la société géologique de France 1900).

Il serait possible que le gypse traversé dans toute son épaisseur, par le grand tunnel que l'on termine sous le bois de Meudon (ligne des Invalides à Versailles), appartint également au travertin de Saint-Ouen.

Les marnes crême avec *Bithinies*, *Linmées*, *Planorbes et Cyclostomes* ont été reconnues partout avec leur facies habituel.

Dans la partie supérieure du sondage situé à 175 mètres au-delà du canal Saint-Martin, vers la Place de la Nation, un banc d'un mètre d'épaisseur était pétri de ces fossiles.

Les bancs inférieurs de ce sondage, avec gypse, sac charoïde, sur 4 mètres de hauteur, étaient seuls horizontaux. Au-dessus, la masse avait été considérablement dénivelée ; toutes les couches plongeaient vers

les Buttes Chaumont avec une inclinaison de 0,50 par mètre.

Dans le vide, en coin à la base du massif déversé, du gypse niviforme, d'un gris sale, était venu s'y déposer avec quelques petits nodules plus blancs.

Sables de Beauchamp.

Cet étage a été traversé en son entier entre la Place de l'Etoile et la rue de Courcelles.

Son niveau supérieur était à 2 mètres en contre bas de la Place de l'Etoile, au sommet de l'Avenue de Wagram, à l'altitude 55,17. Au niveau de l'avenue de Wagram, en face de la rue de l'Etoile, à l'altitude 51,00 et à 17 mètres de profondeur, boulevard de Courcelles, en face de la Rotonde du parc Monceau, à l'altitude 26,25.

Sa base, Place des Ternes, s'arrêtait à l'altitude 36,00. Elle était très argileuse.

De cette Place, en remontant vers l'Etoile le *Calcaire grossier supérieur*, marneux, raviné, s'est montré au fond de la fouille sur une soixantaine de mètres de longueur, environ, en affleurement seulement.

C'est sous la rue de Courcelles que le sommet des sables a disparu.

Près du contact avec le Calcaire grossier, ils empâtaient quelques marnolithes.

Le prolongement du lit marneux blanc, de 0,10 d'épaisseur indiqué Place de l'Etoile, vers le milieu de l'étage, a pu être suivi jusqu'à sa disparition en contre bas des fouilles.

Il était recouvert par une argile plastique verte pas-

sant à des sables plus purs et à des alternances de feuillets sableux et marneux gris blancs.

Boulevard de Courcelles, le lit inférieur du filet marneux était en contact avec une lentille très calcaire d'environ 6 mètres de longueur, 7 mètres de largeur, 0,50 à 0,90 d'épaisseur, pétrie de fossiles divers à l'état de moulages.

Partout ailleurs quelques traces seulement de fossiles ont été remarquées.

On ne retrouve les sables de Beauchamp qu'au fond de quatre puits de sondage creusés entre le chemin de fer du Nord et la rue de la Chapelle, boulevard de la Chapelle.

Un banc calcaire, très fossilifère, les fossiles brisés ou à l'état de moulages, aux altitudes 30,15 contre le chemin de fer du Nord, 27,00 dans les autres puits, occupe le sommet de l'étage.

A 2 mètres en contre bas, au milieu de couches sableuses et entre deux bancs calcaires fossilifères, à l'altitude 28,17 on a traversé, dans le puits touchant au chemin de fer du Nord, une couche calcaire gris bleu, très dure, de 0,14 d'épaisseur, dans laquelle était emprisonné un lit gypseux, formé de gros cristaux en fer de lance placés de champ. La roche fissurée sans doute par dessication, avait ses fentes divergentes remplies de gypse cristallisé.

A 0,50 au-dessus de ce niveau, à l'altitude 28,76, il y avait un petit lit de 0,04 d'épaisseur de gypse saccharoïde gris.

La présence du gypse dans les sables de Beauchamp était peu connue.

Boulevard de la Villette, le fond du puits de sondage

creusé à 175 mètres au-delà du canal Saint-Martin, vers la Nation, dans le Travertin de Saint-Ouen, s'arrêtait sur un banc calcaire gris bleu pétri de fossiles marins écrasés entre les altitudes 27,60 et 28,00. Il est probable que ce niveau correspond au sommet des sables de Beauchamp et se trouve en concordance avec les couches reconnues entre le chemin de fer du Nord et le chemin de fer de l'Est.

Nappe d'eau.

C'est à l'altitude 27,00 que correspond à peu près le niveau de la nappe d'eau qui a empêché de pénétrer plus avant dans les sables de Beauchamp.

Formation gypseuse.

Au-dessus des sables verts infragypseux.

On a vu par ce qui précède, qu'au-dessous des sables infragypseux, le travertin de Saint-Ouen, les sables de Beauchamp et le calcaire grossier étaient en concordance.

Au-dessus, la corrosion et les dissolutions des roches ont dérangé la superposition normale des divers étages ou en ont fait disparaître une partie.

C'est ainsi que, boulevards de Courcelles et des Batignolles, entre la rue de Courcelles et le chemin de fer de l'Ouest, sur un kilomètre, les gypses ont disparu et sont remplacés par des alternances de bancs calcaires et marneux qni reposent directement sur les sables infragypseux et sont surmontés d'un brouillage de marnes diverses.

Entre le chemin de fer de l'Ouest et l'avenue du Cimetière du Nord, boulevard des Batignolles, place Clichy et boulevard de Clichy, sur une longueur de plus d'un kilomètre, il n'y a plus aucune trace de stratification.

C'est un mélange informe de tous les terrains supérieurs jusqu'aux sables de Fontainebleau compris, descendus, remaniés et charriés par les eaux ou déposés en poches plus ou moins profondes dont la base n'a pas été atteinte.

Dans la partie correspondant à la butte Montmartre, boulevard de Rochechouart, sur un kilomètre, les exploitations du gypse ont été arrêtées dans les 2e et 3e masses dont il reste de nombreux témoins qui en ont facilité le classement.

Des massifs de 2e masse, perforés par les eaux, inclinés assez fortement dans toutes les directions, par affaissement ou disparition de leurs supports, ont été traversés et en partie enlevés.

L'importance des remblais d'anciennes exploitations ayant nécessité la construction de piliers de consolidation, le sol a pu être exploré plus profondément.

Du boulevard Magenta à Belleville, sur 3 kilomètres, toutes les masses du gypse ont été en grande partie exploitées.

Partout, dans les remblais, de nombreux témoins ont permis de rétablir exactement le synchronisme de toutes les couches au-dessus des sables infragypseux.

Les piles du viaduc, boulevard de la Chapelle et boulevard de la Villette, ont été fondées dans les terrains les plus variés. C'étaient, tantôt des amas de tous les terrains supérieurs remaniés par les eaux,

tantôt des alternances de couches calcaires et marneuses remplaçant les formations gypseuses disparues.

Tandis qu'au chemin de fer du Nord et au canal Saint-Martin, ces deux points distants d'environ 600 mètres, on retrouvait la 3e masse du gypse ; dans la traversée de la rue d'Aubervilliers, soit à moins de 100 mètres du chemin de fer de l'Est, deux puits de sondages descendus à 11 mètres de profondeur jusque sous les sables infragypseux ne montraient aucune trace de gypse.

Boulevard de la Villette, à 1 kilomètre du canal Saint-Martin, aux buttes Chaumont par conséquent, des puits ont traversé la base de la 2e masse, puis les 3e et 4e masses du gypse en partie extraites. C'était la fin des exploitations de ce côté.

Au delà, toutes les couches s'infléchissant légèrement vers la Nation, le dessus de la 3e masse disparaissait à 100 mètres vers la rue Burnouf, boulevard de la Villette, et le dessus de la 2e masse, à 200 mètres plus loin, vers la rue Rebéval, boulevard de Belleville.

Les marnes qui surmontaient la 2e masse se sont prolongées un peu plus loin sur deux mètres de hauteur, puis le bariolage a recommencé.

Entre les rues d'Angoulême et de Ménilmontant, à 100 mètres avant la rue d'Angoulême, boulevard de Belleville, une courte réapparition de la 2e masse recouverte de 1 mètre environ de marnes en place, était aussitôt suivie du bariolage, avec remblais superposés, jusqu'à la rue Ménilmontant où une lentille d'argile compacte (marnes vertes remaniées avec silex de la Brie) occupait toute la hauteur du tunnel.

Venait ensuite une grande poche de sables de Fontai-

nebleau remaniés, disposés par couches diversement colorées.

Dans l'intervalle compris entre la rue Ménilmontant et la place de la Nation, rue des Cendriers, soit à 300 mètres au-delà de l'avenue de la République, le dessous de la *Marne à pholadomia ludensis,* limite supérieure de la 4e masse de gypse, est revenu à l'altitude 45,50.

Sous l'avenue de la République, le dessous de cette marne passait à l'altitude 47,00 pour disparaître à l'altitude 48,00 près de l'avenue Philippe-Auguste.

A 50 mètres avant l'avenue de la République et sur une longueur d'environ 180 mètres, le long du cimetière du Père-Lachaise, un massif de 3e masse, brusquement effondré à ses extrémités se maintenait à peu près horizontalement.

Quelques lambeaux plus ou moins disloqués se voyaient également à droite et à gauche de l'entrée du cimetière du Père-Lachaise sur 200 mètres environ de longueur.

Dans la même zone, on a pu constater que les *marnes à pholadomia ludensis* et les *sables verts infragypseux* qui limitent la 4e masse de gypse, n'étaient séparés que par un banc de marne blanche ; la 4e masse de gypse avait disparu.

Enfin, de l'avenue Philippe-Auguste jusqu'à 100 mètres de la rue de Bagnolet, on n'a pu voir que des traces de la 2e masse ; ailleurs, ce n'étaient que des alternances de couches calcaires et marneuses irrégulières ou des mélanges divers des terrains supérieurs désagrégés et remaniés par les eaux.

Boulevard de Charonne, des remblais d'une certaine

étendue pourraient bien correspondre à d'anciennes exploitations du gypse ; il n'a pas été possible de s'en rendre compte.

La place de la Nation entièrement formée par les terrains remaniés par les eaux montre au fond d'une fouille inachevée quelques bancs calcaires ou marneux reposant sur une couche de sable très vert de 1 mètre d'épaisseur, qui paraît être le prolongement des sables infragypseux.

L'un de ces bancs calcaires, à 0,60 au-dessus de la couche sableuse, est pétri de cerithes à l'état de moulages.

Conclusion.

La ligne n° 2 du Métropolitain, rive droite, par les boulevards extérieurs, restera certainement l'une des plus intéressantes au point de vue géologique. La contre-partie, rive gauche, ne paraît pas devoir sortir des limites du calcaire grossier, mais les coupes transversales du Nord au Sud seront certainement fertiles en enseignement.

Les profils géologiques détaillés, à l'appui des descriptions qui viennent d'être faites, n'ont pu être établis jusqu'alors, les travaux n'étant pas complétement terminés.

Indispensables pour bien montrer clairement tous les détails intéressants, ils compléteront prochainement cette note.

Paris, le 26 février 1902.

Aug. Dollot,

Correspondant du Muséum.

MÉTÉOROLOGIE

SOCIÉTÉ DE MÉTÉOROLOGIE DE LA ROCHELLE.

Diagramme des Observations Météorologiques faites pendant l'année 1900.

PREMIER SEMESTRE 1900.

JANVIER. FÉVRIER. MARS. AVRIL. MAI. JUIN.

Baromètre ....

Maximum barométrique

Moyenne barométrique

Minimum barométrique

Thermomètre .

Température ..

Maximum absolu

Moyenne

Minimum absolu

Pluie..........

S. LIEVENS, S.C.

Le diagramme ci-contre donne dans leur ensemble les variations atmosphériques observées pendant les six premiers mois de l'année 1900. Pendant cette période, on a pu constater un parallélisme constant entre les variations barométriques et thermométriques, la pression augmentant à mesure que la température baisse, et réciproquement.

Baromètre. — Les plus hautes pressions se sont produites en janvier (774,93) et mars (774,33). Les plus fortes moyennes ont été observées du 10 au 20 janvier (764,90), du 1er au 10 mars (763,7) et du 20 au 30 mai (763,2). Les pressions les plus basses sont relevées le 2 février (743,77) et le 21 mars (741,13) ; et la plus faible moyenne du 1er au 10 février (750,3).

Température. — La température a été relativement plus douce que pendant la période correspondante de 1899. Le thermomètre n'est descendu qu'à 5° au-dessous de zéro, tandis qu'en 1893, il était descendu à — 6°5. Les températures les plus basses se sont produites le 14 janvier (— 5°), le 10 février (— 5°), et le 5 mars (— 3°5) ; et les plus hautes le 23 avril (23°5), le 29 mai (25°), et le 17 juin 29°5. La moyenne la plus élevée a été celle du 10 au 20 juin (24°2), et la plus basse, celle du 1er au 10 mars avec 4°5 au dessus de zéro. Les autres moyennes ont été à peu près identiques à celles de 1899, qui ont oscillé pendant les trois premiers mois entre 5 et 10° au-dessus de zéro.

Pluie. — Cette période a été particulièrement pluvieuse. On a recueilli en effet pendant ces six mois 303 m/m d'eau, tandis qu'en 1899 il n'en était tombé que 94 m/m. Le mois de février a été le plus pluvieux, avec 11 jours de pluie qui ont donné 74 m/m 2, tandis qu'en 1899 on n'avait recueilli que 28 m/m d'eau. Il y a eu dans le 1er semestre 1900 46 jours de pluie, pendant lesquels il est tombé 303 m/m 1 d'eau, ce qui fait une moyenne de 50 m/m 5 par mois, moyenne de beaucoup supérieure à celle des années précédentes.

Phénomènes divers. — Il s'est produit, le 28 mai, une éclipse de soleil qui a été l'occasion de nombreuses et importantes observations.

DEUXIÈME SEMESTRE 1900.

Baromètre....

Thermomètre.

Température.

Pluie........

Juillet | Août | Septembre | Octobre | Novembre | Décembre

Maximum barométrique

Moyenne barométrique

Minimum barométrique

Maximum absolu thermométrique

Moyenne

Minimum absolu

DEUXIÈME SEMESTRE 1900.

Le diagramme ci-contre représente les observations météorologiques faites pendant le 2e semestre 1900. Cette période n'a donné lieu à aucune remarque particulièrement intéressante, sauf en ce qui concerne la pluie.

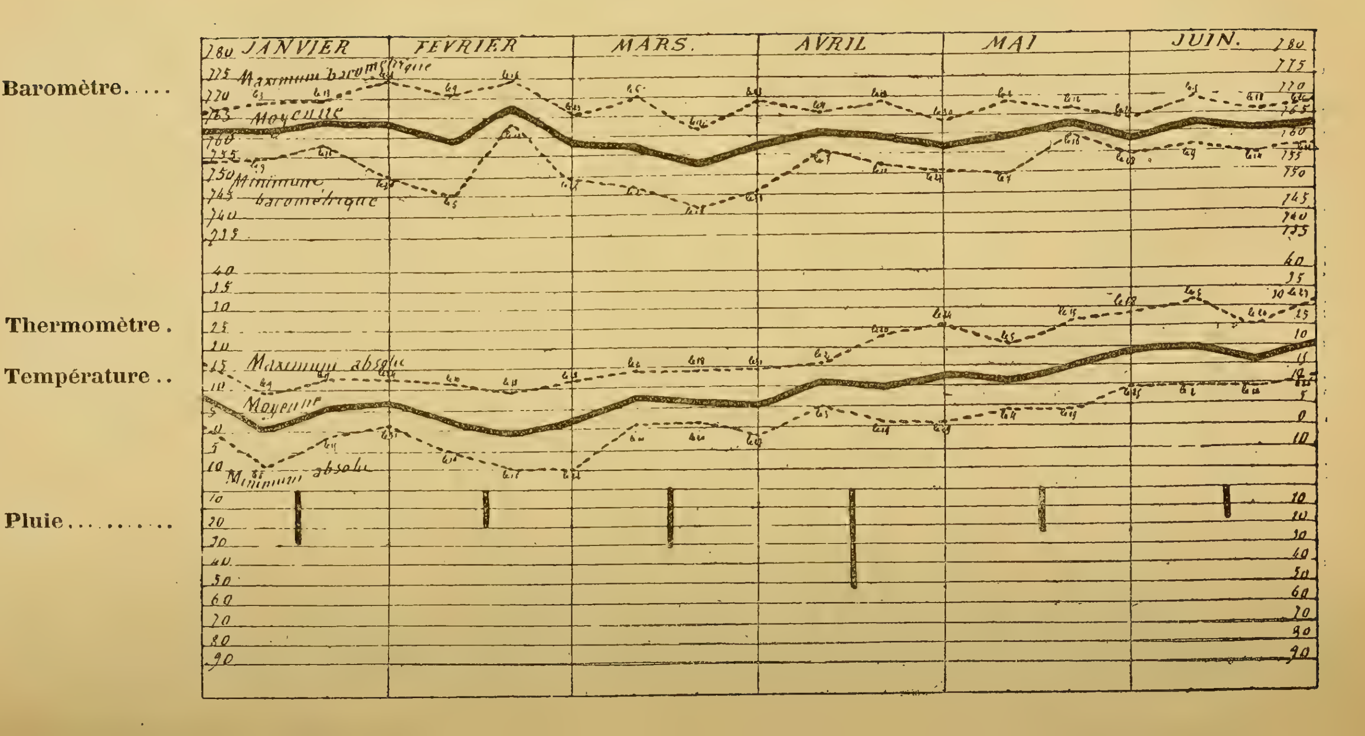
Baromètre. — Les plus hautes pressions ont été observées le 10 août (773), le 22 octobre (769,84), et le 16 décembre (774,75); et les plus basses le 12 juillet (753,28), le 26 août (751,39), et le 28 novembre (737,59). Les plus fortes moyennes se trouvent en novembre (765,6 du 1er au 10 et 767,5 du 20 au 30), et dans les premiers jours de décembre (767,7 du 1er au 10), tandis que les plus faibles moyennes ont été relevées à la fin de décembre (749,5 du 10 au 20 et 747,5 du 20 au 30).

Température. — La température a été plus élevée qu'en 1899. La plus haute a été atteinte les 18 et 19 juillet (37°5). Les mois d'automne ont été relativement doux et le thermomètre qui, en 1900, était descendu jusqu'à — 4°, a toujours été au-dessus de zéro, sauf le 15 décembre où il descend à 0° et le 16, où il marque — 0°2.

Pluie. — Comme le premier semestre, le second a été pluvieux, non pas par le nombre de jours de pluie, mais par la quantité d'eau tombée. Il y a cependant à faire cette remarque fort rare : un mois sans une goutte d'eau ; c'est le cas du mois de septembre. Les mois les plus pluvieux ont été novembre, avec 18 jours de pluie et un rendement de 102 m/m, et août (généralement sec) avec 48 m/m.

Phénomènes divers — L'année 1900 compte 8 jours où le vent a été tempétueux. Il est tombé cinq fois de la grêle, en très petite quantité. Il y a eu huit fois des éclairs et du tonnerre.

PREMIER SEMESTRE 1901.



PREMIER SEMESTRE 1901.

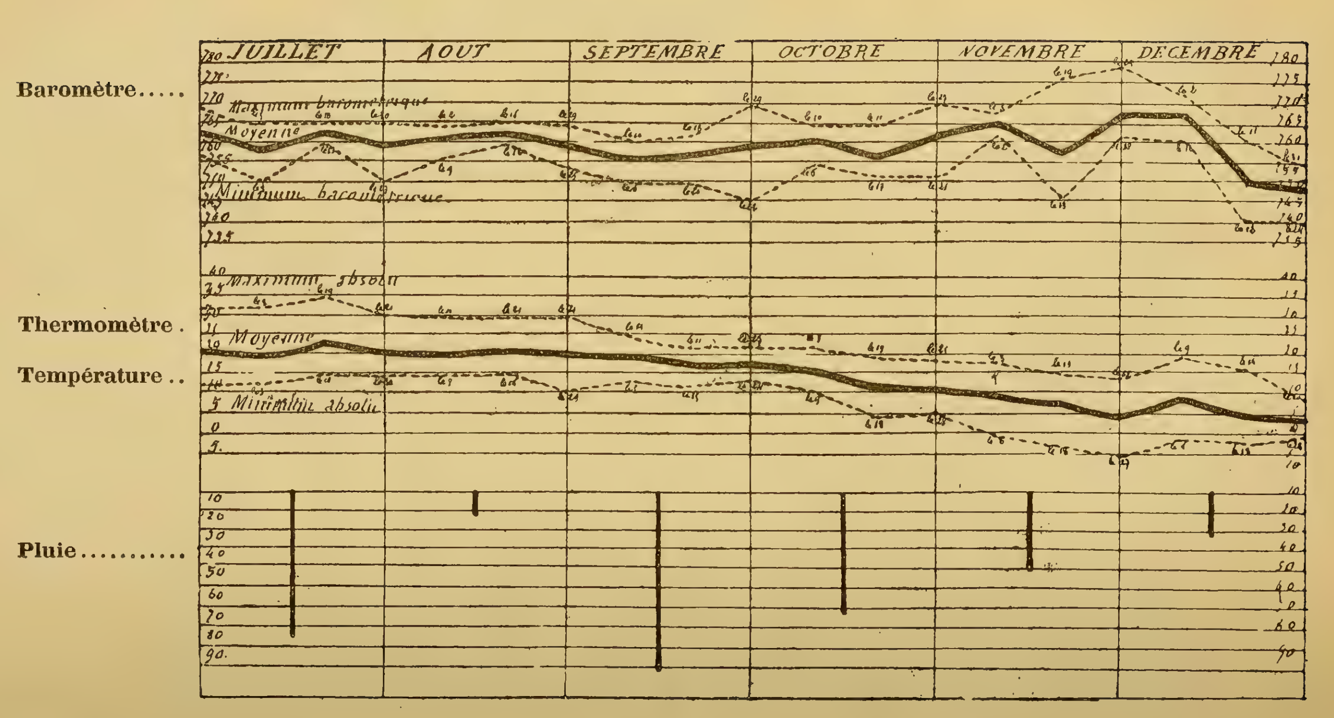
Baromètre. — Les oscillations barométriques ont été peu accentuées, sauf dans le mois de février, où le baromètre passe brusquement de 745m/m à 771m/m, puis à 774m/m. On observe les plus hautes pressions le 21 janvier (774,03) et le 16 février (774,04) ; les plus basses ont lieu le 5 février (745,2) et le 18 mars (742,08). On a relevé les plus fortes moyennes du 10 au 20 janvier et du 10 au 20 février ; et les plus faibles du 1er au 10 février, du 10 au 20 mars, du 20 au 30 avril et du 20 au 30 mai.

Température. — La température a été beaucoup plus rigoureuse que pendant la période correspondante de 1900. Il y a eu 8 jours de gelée en janvier, 23 en février et 5 en mars, soit 36 jours, tandis qu'il n'y en avait eu que 19 en 1900. De plus, si les froids ont été plus longs, ils ont aussi été plus rigoureux. Tandis qu'en 1900 nous n'avions atteint que 5° au-dessous de zéro, et rarement, en 1901, nous atteignons plusieurs fois 9 et 10° au-dessous de zéro. Les plus grands froids ont été observés : les 6 janvier (— 9°), 16 février (— 10°), 22 février (— 10°), 23 (— 9)° ; les plus grandes chaleurs se sont produites les 24 avril (26°), 28 mai (28°), 5 juin (32°), 27 juin (32°).

Pluie. — Il y a eu 50 jours de pluie pendant le premier semestre 1901 au lieu de 49 pendant la même période de 1900, et cependant le rendement a été presque moitié moindre : 172 m/m au lieu de 301 m/m3 en 1900. Le mois le plus pluvieux a été avril avec 17 jours de pluie mesurant 52m/m25. Les mois les plus secs ont été juin (2 jours de pluie, 18m/m) et février (4 jours de pluie, 19m/m).

Phénomènes divers. — Neige en très petite quantité, bourrasques et tempêtes plus nombreuses qu'en 1900.

DEUXIÈME SEMESTRE 1901.



DEUXIÈME SEMESTRE 1901.

Baromètre. — Variations beaucoup plus brusques qu'en 1900, surtout en novembre ; du 16 au 18 novembre, le baromètre saute brusquement de 752 à 775. Dans les trois premiers mois, la pression est à peu près uniforme. Les plus hautes pressions sont relevées les 29 septembre (769,14), 27 octobre (769,79), 19 novembre (775,68), 25 novembre (778,07). 2 décembre (772,5) ; et les plus basses les 3 juillet (750), 27 juillet (750), 22 septembre (744,82), 13 novembre (745,28), 12 décembre (740,66), 23 décembre (740,3). La plus forte moyenne est celle du 10 au 20 décembre, et la plus faible celle du 20 au 30 décembre.

Température. – D'une façon générale, la température a été beaucoup moins élevée que pendant le deuxième semestre de 1900. Chaleurs moins fortes et froids beaucoup plus vifs. La plus haute température (34°) a été observée le 19 juillet, tandis qu'en 1900, on avait constaté 37°5 à la même époque. L'hiver 1901-1902 a commencé très tôt et, tandis que pendant le deuxième semestre 1900, on ne subit qu'un jour de gelée insignifiante (—0°2), on en compte 21 en novembre et décembre 1901. Les plus fortes gelées se font sentir en novembre : le thermomètre marque — 3° le 18, — 4 le 25, — 5 le 26 et — 6 le 27. En décembre, la température est moins rigoureuse, il n'y a que 10 jours de gelée, et le thermomètre ne descend pas au-dessous de — 2°5.

Pluie. — Période très pluvieuse, avec 46 jours de pluie et un rendement supérieur à 300 m/m. Les mois où les pluies sont les plus abondantes sont : septembre (91 m/m en 11 jours), et juillet (75 m/m 2 en 8 jours). Il n'a plu que 5 jours en août, pendant lesquels on n'a recueilli que 12 m/m d'eau.

Phénomènes divers. — Peu de grêle, comme en 1900, quelques rares orages accompagnés de tonnerre.



LISTE DES MEMBRES

DE LA

SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES

DE LA CHARENTE-INFÉRIEURE

1898-1902.

Bureau.

Président, M. BERNARD (O ✱).

Vice-Présidents. { M. L.-E. MEYER (I ✱). / M. FOUCAUD (I ✱).

Secrétaires..... { M. GUILLEMIN (✠ ✠ ✱). / M. le docteur PINEAU.

Conservateur : M. G. BERNARD (O ✱).

Conservateur-adjoint : M. CH. BASSET.

Bibliothécaire-archiviste : M. THIBAUDEAU.

Trésorier, M. E. COUNEAU (✱ A ✱).

M. Bernard est chargé du Muséum Fleuriau (Sciences naturelles et paléontologie du département, et du musée d'ostéologie).

Membres titulaires.

MM. BABUT, Eug., banquier.
BASSET, négociant.
BEAUDRANT, chimiste.
BERGERAT, pharmacien.
BERNARD (O ✱), pharmacien principal 1re classe en retraite.
BERTEAUD (✱), directeur des cont. direct. (retraité).
BOBRIE, docteur-médecin.

MM. Boutiron (✿), docteur-médecin, à Saint-Xandre.
Brard (✱ I ✿), docteur-médecin.
Brossard, pharmacien.
De Commines de Marsilly, à Paris.
Condamy, P., fils, docteur-médecin.
Condamy, A., père, ancien pharmacien.
Corbineau fils, architecte.
Couneau (✱ ✿), greffier du tribunal civil.
Delmas, Julien, propriétaire.
Dollot, correspondant du Muséum, à Paris.
Dupuy (✿), professeur au Lycée.
Eury, pharmacien.
Farran, maire d'Aytré.
Faustin (✱ ✠), armateur.
Fleury (✿), pharmacien, à Marans.
Foucaud (I ✿), Jardin botanique de la marine, Rochefort.
Fournier, prof., direct., du laboratoire municipal.
Garnier (✱ ✿), député, maire de Royan.
Gatau, ancien courtier de marine.
Génébrias, direct. des cont. directes.
Gérard (✿), professeur au Lycée.
Girard, Benjamin (O ✱ I ✿ C ✠), commissaire de la marine en retraite, consul de Grèce.
Guillemin (✠ ✠ ✿), pharmacien.
Guillaud (I ✿), professeur à la faculté de Bordeaux, Saintes.
Hillairaud, docteur-médecin.
Jousset père, pharmacien, Rochefort.
Jousset fils, étudiant.
Laurent (✿), docteur-médecin.
Lhéridon, armateur.
Longuet, chirurgien-dentiste.
Marchais, anc. pharmacien.
Martin, imprimeur.
Martin, docteur-médecin.

MM. MEYER, Eugène (I ✿), courtier maritime, conseiller général.
MODELSKI (✱), ing. en chef des ponts et chaussées.
MOREAU (O ✱), général du Génie en retraite.
NADREAU (♣), méd. vétérinaire.
D'ORBIGNY (✱ ✿ ✠), maire de La Rochelle.
PÉRIER fils (✿), courtier.
PÉRIER père, courtier.
PINEAU, docteur-médecin.
REAU, instituteur en retraite.
REDEUILH (✱), direct. des cont. en retraite.
DE RICHEMOND (I ✿ O ✠ ✱), archiviste du département.
ROUVIER (✱ ♣), prop., sénateur, conseiller général, Surgères.
ROUY (✱), botaniste, Asnières (Paris).
TURPAIN, prof. à la faculté des sc. de Poitiers.
VIELJEUX, armateur.
VIVIER, Alfred (I ✿ O ✠), juge honoraire.

Membres Agrégés.

Bernard, inst. au Bois (île de Ré).
Boucherie, Michel, Chez-Merlet, com. de Bresdon, canton de Matha.
Bouron, Rochefort.
Bourru, (O ✠, I ✿), Dr, Directr de l'Ecole de médecine navale à Bordeaux.
Bouyer, docteur, Cheray, St-Georges-d'Oleron.
Burot, (✠, I ✿), Dr à Rochefort.
Combes, Dr, sénateur, Président du Cons. gén. à Pons.
Couilliaux, juge de paix, St-Genis.
Delabarre, Saujon.
De Saint-Mathurin, St-Jean d'Angély.
Espaillac, St-Denis d'Oleron.
Manès, Ad., (✠), cap. retr. Saujon.
Mure, Surgères.
Parenteau.
Pichez, (A ✿, ✿, M C), docteur en médecine, chirurgien en chef des hospices civils.
Romieux, (O ✠), capitaine de frégate, Rochefort.
Simon, receveur de l'enr., Rochefort.
Tesseron, instituteur en retraite, Crazannes.
Thibaudeau, lieutenant en retraite, archiviste-adjoint, la Genette.
Viger, instituteur, à Dompierre-s/-mer.
Vivier, Alphonse, avocat, aux Allards, par Lignières, Charente.
Xambeu, (I ✿, O ✿), directeur du laboratoire agricole de Saintes.

Membres Correspondants.

Allenet, (✠), officier de marine, Rochefort.
Allenet, (✠), chef de bataillon d'état-major, Bordeaux.
Barine, Arvède, (madame Ch. Vincens), Paris, 24, avenue Wagram.
Baudouin, pharmacien, Cognac.
Bédart, (✠, ✿, ✠), Bordeaux.
Bedart, docteur, Bordeaux.
Baudry, docteur, prof. à la Faculté de médecine, Lille.
Beneden (Van). docteur, prof. à l'Université, Louvain.
Bergeret, pasteur à Vitré, Deux-Sèvres.
Bernard, Aug., Poitiers.
Berthaud, prof. de physique, Mâcon.
Boizot ((I ✿), prov. du Lycée, Mâcon.
Bonjean, Félix, Lyon.
Boulangier, ing. des ponts et chaussées.
Boulland, H., docteur, Limoges.
Bouquet de la Grye, (O ✠), ing. hyd. en chef de 1re classe, m. de l'Institut, 104, rue du Bac, Paris.
Bovet, Alfred, Montbéliard.
Campeau, J.-R.-E., président de l'Institut français-canadien, Ottawa.
Camus, pharmacien, Paris.
Castan, (✠), officier d'artillerie.
Chabert, (✠), médecin principal de 1re classe, Lille.
Champenois, inspecteur des forêts.
Charlet, Luze (Basses-Pyrénées.)
Chartron, recev. de l'enr. Luçon.
Chasteigner, (Cte Alexis de), Bordeaux.
Chauvet, notaire, Ruffec.
Claret, docteur, Vannes.
Coste, Paris.
Courçonnais, (I ✿), inspecteur d'académie, Limoges.
Crahay de Franchimont, (✠), ingénieur des ponts et chaussées, Bordeaux.
Dangeard.
Dassy, préparateur de physiologie à la Faculté de médecine, Paris.
De Cessac, (✿), Guéret.
De Gressot, (O ✠), général d'artillerie.

DANGIBEAUD, Edouard, (O ✵), s-directeur honoraire de la marine, Paris.
DELAVAUD, (O ✵, I ✿, C ✵ ✠), Insp., hon. serv. de santé, 85, rue de la Boëtie, Paris.
DELAVOIE.
DELHOMEL, 40, rue de Verneuil, Paris.
DES MESNARDS, docteur, 19, rue St-Vivien, Saintes.
DOCTEUR, A., négociant, Bordeaux.
DROUET, Troyes.
DROUINEAU, G., (A ✿), inspect. général de l'assistance publique, r. de Navarin, 15, Paris.
DUANY-SOLER, docteur, directeur de l'asile départemental, Niort.
DUFFORT, pharmacien, Angoulême.
DUPRÉ, (✵, I. ✿), inspecteur d'académie, Paris.
DUVAL-LAGUIERCE (✵), colonel du génie, Paris.
ECK, André, pharm. Nogent-sur-Marne.
FÉE, F., (✵, ✵), méd. princ. de 1re cl. 11e corps.
FINES, docteur, Perpignan.
FOURNIER, A., con. histoire nat., Niort.
GABORIT, pharmacien, Nantes.
GALLES, conseiller de préfecture honor.
GAMIN, instit., à Piedblanc, près Niort.
GARIEL, (✵), ingén. en chef des ponts et chaussées, m. de l'Académie de médecine, prof. agrégé à la Faculté de médecine, 39, rue Jouffroy, Paris.
GAUDRY, Albert, (✵, I ✿), m. de l'Instit., prof. au muséum, Paris.
GAUTIER, L., docteur, Melle.
GIARD, prof. zoologie à la Faculté, Lille.
GILLOT, docteur, Autun.
GIRAUDEAU, docteur, Paris.
GOOD, Paul, docteur, La Mothe-St-Héray.
GUILLON, (✵), dir. Cont. indir., en retraite, Angoulême.
GYOUX, docteur, Bordeaux.
HUGUES, Edm. (O ✵, I ✿), sous-Préfet aux Andelys.
HY, (abbé), Angers.
JOUAN, (O ✵, I ✿), cap. de vaisseau, en retraite, Cherbourg.
JOURDAIN (✿), docteur ès-sciences, Paris.
JOUSSET, docteur, Lille.
JOUSSET DE BELLESME, (✵, I ✿), direct. des établissements de pisciculture, 12, rue Chanoinesse, Paris.
LABEYRIE, (✿), insp. primaire, Tulle.
LALANDE, Ph., Brives.
LATASTE, Ferd., Santiago, Chili.
LAVENTURE (A.), instituteur à Chérac.
LEENHARDT, (docteur René), 7, rue Marceau, Montpellier.
LEGOUIS, prof. de zool., éc. norm. Paris.
LEMOINE, docteur, prof., école de médecine, Reims.
LETELLIER, prof. Alençon.
LIÉNARD, Verdun.
LORIOL (de) P., géol. chalet des Bois, par Crassier, Suisse.
LOURDE, ancien pasteur, Castres.
LY-CHAO-PÉE, (A ✿, ✵), mandarin et lettré chinois, attaché à la mission scientifique, Paris.
MALINVAUD, 8, rue Linné, Paris.
MAIRAND, empl. des ponts et chaus., Niort.
MANTOVANI, Paul, naturaliste, Rome.
MANTOVANI, G., naturaliste, Rome.
MARÇAIS, 19, rue Ninau, Toulouse.
MAUFRAS, E., Villegouge, par Castelnau, Gironde.
MAZURE (✵, I ✿), insp. d'acad. en retraite.
MILA DE CABARIEU, H. (O ✵, I ✿), ancien préfet, Cabarieu (Tarn-et-Garonne).
MOULLADE, (✵) Alb., pharmacien major de 2e classe, Nantes.
MOULLADE, pharmacien au Puy.
NICOLLON.
PAPIER, Hippone.
PARIZOT, L., Belfort.
PERRIER, Edm., (✵, I ✿), prof. au muséum, 28, rue Gay-Lussac, Paris.
PERSONNAT, Victor, receveur des cont. indir., Château-Thierry.
PIÈTRE, professeur à Cahors.
PORTAL (baron de), Louis, à Montauban.

Ragona, Dom., (C. ✻), dir. observatoire royal, Modène.

Ramonet, ag. ad. de la marine, Ruelle.

Richemond (Adolphe de), pasteur-aumônier, Hanoï (Tonkin).

Rochebrune, (A. de) doct., aide-nat. au muséum, Paris.

Rousseau, Ph., instituteur, La Verrière de Bruffierie (Vendée).

Rouxel, (I ❀), prof. de physique.

Sabatier, Armand, (✻, I ❀), doyen de la Faculté des sciences, Montpellier.

Stéhelin, L., (O ✻, I ❀), trésorier-payeur général de la Côte-d'Or, Dijon.

Stéphani.

Suringar, W.-E.-R. (O ✻), prof. Université, Leyde.

Taslé, (✻), ancien notaire, Vannes.

Tillet, Paul, professeur d'histoire naturelle, Villeneuve-sur-Saône.

Trigant de Beaumont, (Madame), botaniste.

Vendriès, attaché au ministère de l'Instruction publique, Paris.

Viaud-Grand-Marais, docteur, Nantes.

Van den Cruyssen, P., (❀), 16, rue de La Mothe-du-Pin, Niort.

Vilanova, J., prof., paléont. à l'université de Madrid.

Vincens, (O ✻), sous-directeur honoraire du ministère de l'intérieur, 24, avenue Wagram, Paris.

Vincent, pharmacien, Angoulême.

Wœlffle, agent-voyer d'arrondissement, Civray.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS CORRESPONDANTES.

FRANCE.

Paris................ Ministère de l'instr. publique, comité des travaux scientifiques. (Envoi de 5 volumes d'*Annales*.)
id.................. Musée Guimet (1 exemplaire d'*Annales*).
Aix................. Académie des sc., agric., arts et b.-lettres, Bouches-du-Rhône.
Alais............... Société scientifique et littéraire.
Amiens.............. Société linnéenne du nord de la France.
Angers.............. Société d'études scientifiques.
id.................. Société d'agriculture, sciences et arts.
id.................. Société industrielle et agricole du Maine-et-Loire.
id.................. Société d'horticulture du Maine-et-Loire.
Autun............... Société d'histoire naturelle.
Auxerre............. Société des sciences historiques et naturelles de l'Yonne.
Bayonne............. Société des sciences et arts.
Beaune.............. Société d'histoire, d'archéologie et de littérature.
Belfort............. Société d'émulation.
Béziers............. Société scientifique, archéologique et littéraire.
Bône................ Académie d'Hippone.
Bordeaux............ Académie des belles-lettres, sciences et arts.
id.................. Société linnéenne.
id.................. Société des sciences physiques et naturelles.
id.................. Société d'anthropologie du Sud-Ouest.
id.................. Société archéologique.
Bourg............... Société des sciences naturelles et d'archéologie de l'Ain.
Bourg............... Société des naturalistes de l'Ain.
Brest............... Société académique.
Brives.............. Société scientifique, histor. et archéo. de la Corrèze.
Carcassonne......... Société d'études scientifiques de l'Aude.
Châlons-sur-Marne. Société d'agriculture, sciences et arts de la Marne.
Chambéry............ Académie des sciences, lettres et arts de Savoie.
Chambézy............ Herbier Boissier; M. Beauverd, conservateur.
Cherbourg........... Société des sciences naturelles.
Dax................. Société de Borda.
Draguignan.......... Société d'études scientifiques et archéologiques.
Grenoble............ Académie delphinale.
Guéret.............. Société des sciences naturelles et archéol. de la Creuse.
Le Hâvre............ Société nationale hâvraise d'études diverses.
id.................. Société des sciences et arts, agricoles et horticoles.
Langres............. Société historique et archéologique.

Le Puy............ Société d'agriculture, sciences et arts.
id .... Société agricole et scientifique de la Haute-Loire.
Lille.................. Société géologique du Nord.
Limoges............ Société Gay-Lussac.
id............... Société de botanique.
Lyon................ Société d'agriculture et d'histoire naturelle.
id................. Société littéraire, historique et archéologique.
Le Mans............ Société historique et archéologique.
Marseille........... Société scientifique Flammarion.
Montauban .... Académie des sciences, belles-lettres et arts.
id.. .... Société archéologique.
Montbéliard........ Société d'émulation.
Montpellier......... Académie des sciences.
Moulins............ Revue scientifique du Bourbonnais ; M. Ollivier, directeur.
Nantes.............. Société académique.
id............... Société des sciences naturelles.
Nice................ Société des lettres et sciences.
Nîmes............... Académie du Gard.
id................. Société d'études des sciences naturelles.
Niort................ Société de statistique.
id................. Société de botanique.
id................. Bibliothèque scientifique de l'Ouest.
Paris................ Association française pour l'av. des sc., 28, rue Serpente.
id.. .... Ecole polytechnique.
id............... Société géologique de France, 7, rue des Grands-Augustins.
id................. Société zoologique de France, 7, rue des Grands-Augustins.
id.. .... Société botanique de France, 84, rue Grenelle-Saint-Germain.
id .... Société d'Indo-Chine française 9, rue du 4-septembre.
id................. Société de la Revue des sc. nat., de l'Ouest, 14, boul. St-Germain
Pau .... Société des sciences et lettres.
Perpignan .... Société agricole, scientifique et littéraire.
Privas............ Société d'agriculture, sciences et arts.
Reims............... Académie.
id.. .... Société d'études des sciences naturelles.
Rochechouart ...... Société des amis des sciences.
Rochefort........... Société de géographie.
Rouen............... Société des amis des sciences.
Saintes.............. Commission des arts et monuments historiques.
Sens................ Société archéologique.
St-Etienne......... Société d'agriculture, sciences et arts.
Toulon .... Académie du Var.
Toulouse........... Académie des sciences, incriptions et belles-lettres.
id .... Société d'histoire naturelle.
id............... Société archéologique du Midi de la France.
id.. .... Société Franco-Hispano-Portugaise.
id................. Société des sciences physiques et naturelles.
id .... Société de botanique, rue Ninau.

Troyes .... Société académique d'agriculture et sciences de l'Aube.
Vannes............... Société polymathique du Morbihan.
Verdun .... Société philomatique.
Versailles........... Société des sciences naturelles et médicales.
id.................. Société des sciences morales, lettres et arts.
Vesoul .... Société d'agriculture, sciences et arts.
Vitry-le-François... Société des sciences et arts.

ALSACE-LORRAINE.

Colmar.............. Société d'histoire naturelle.
Metz................... Société d'histoire naturelle de la Moselle.
Strasbourg.......... Société d'horticulture de la Basse-Alsace.
id...... .... Société des sciences, agriculture et arts de la Basse-Alsace.

ALLEMAGNE.

Brême........... .. Société des sciences naturelles.
Brunswick .... Société d'histoire naturelle.
Giessen .... Société d'histoire naturelle et médicale.
Kœnisberg........... Société physico-économique.
Halle-sur-Saale..... Académie impériale des naturalistes.
Landshut .... Société botanique de la Bavière.

ANGLETERRE.

Londres.. .... British museum (natural history), Cromwell road.
Manchester....... . Société littéraire et philosophique.

AUTRICHE.

Vienne .... Musée d'histoire naturelle, 1, Burgriny.

BELGIQUE.

Bruxelles .... Société royale malacologique.
id.................. Société royale de botanique.

CANADA.

Montréal. .. .. Société d'histoire naturelle.
id.................. Société historique de Montréal.
Ottawa .... Institut Canadien-français.
Québec.............. Université Laval.
Toronto............. Canadian institute.
Halifax .... Nova scotian institute of sciences.

CHILI.

Santiago............ Société scientifique.

ETATS-UNIS.

Cincinnati.......... Office of the Lloyd Museum and Sibrary, 224, West Court street.
Davenport.......... Académie des sciences naturelles.
New-Haven.......... Académie des sciences et arts de Connecticut.
New-York.......... Société historique.
Philadelphie........ Société philosophique américaine.
Topeka.............. Société historique du Kansas.
id.................. Académie des sciences.
St-Louis, M O....... Missouri botanical Garden.
Washington........ Société géologique ; Smithsonian institution.
id. **D. C**...... Société des régents de l'institution Smithsonienne.
id. **D. C**...... Bureau d'éthnologie.

LUXEMBOURG.

Luxembourg........ Société de botanique.
id.................. Société des naturalistes luxembourgeois.

MEXIQUE.

Tacubaya.......... Observatoire astronomique.

NORWÈGE.

Christiania......... Université royale.

PORTUGAL.

Lisbonne............ Société royale des architectes et des archéologues portugais.

RUSSIE.

Helsingfors......... Société zoologique et botanique de Finlande.
Kiew................ Société des naturalistes.
Moscou.............. Société impériale des naturalistes.

SUÈDE.

Goteborg............ Société royale des sciences et belles-lettres.
Stockholm.......... Académie royale des belles-lettres, d'histoire et d'antiquités.

SUISSE.

Berne................ Société des sciences naturelles.
id.................. Société des naturalistes.
Fribourg............ Société friburgeoise des sciences naturelles.
Genève.............. Société de physique et d'histoire naturelle.
Lausanne........... Société des sciences naturelles.
Neuchâtel........... Société des sciences naturelles.

TABLE





